

RADA/★ W02 87-008526/02 ★ DE 3603-098-A
 Resonance circuit preventing attenuation of received signal - has
 coils magnetic field of signal transmitter with inclined axes
 enclosing angle for best directional orientation

RADAKOVICS 03.02.85-CH-000480

(08.01.87) H04b-05

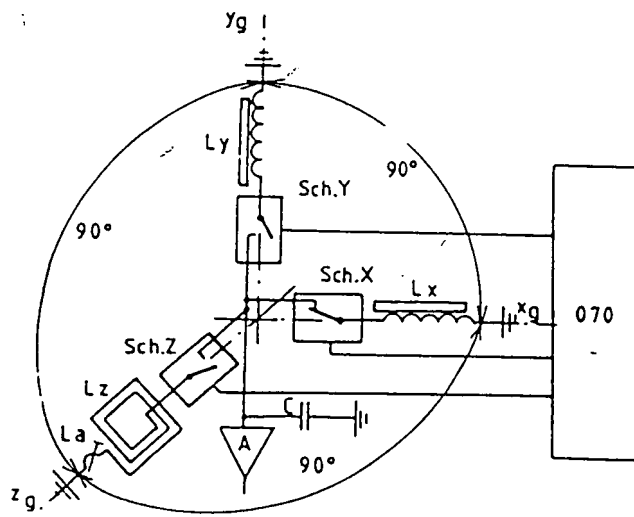
01.02.86 as 603098 (391GT)

The signal loss to be prevented may be caused by the directional characteristics of the transmit and receiver coils, using a transmission magnetic field. Several receiver coils are used for the reception of the signal transmitting magnetic field, with a suitable angle between their geometric axes. Each receiver coil forms at least a partial inductance of a resonance circuit, tuned to the receiver frequency.

Thus a signal voltage in induced with arbitrarily arranged axes of the receiver and transmit coils, either spatially or in a plane in at least one resonance circuit. The signal voltage is tapped from each resonance circuit by a signal amplifier, independently of all other resonance circuits.

ADVANTAGE - Simple operation reducing direction orientation time. (14pp Dwg.No 9/14)
 N87-006184

W2-C2



© 1987 DERWENT PUBLICATIONS LTD.

128, Theobalds Road, London WC1X 8RP, England

US Office: Derwent Inc. Suite 500, 6845 Elm St. McLean, VA 22101
 Unauthorised copying of this abstract not permitted.

①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 3603098 A1

⑤① Int. Cl. 4:
H 04 B 5/00

②① Aktenzeichen: P 36 03 098.8
②② Anmeldetag: 1. 2. 86
④③ Offenlegungstag: 8. 1. 87

DE 3603098 A1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①
03.02.85 CH 00 480/85-3

⑦① Anmelder:
Radakovic, Svätopluk, Zürich, CH

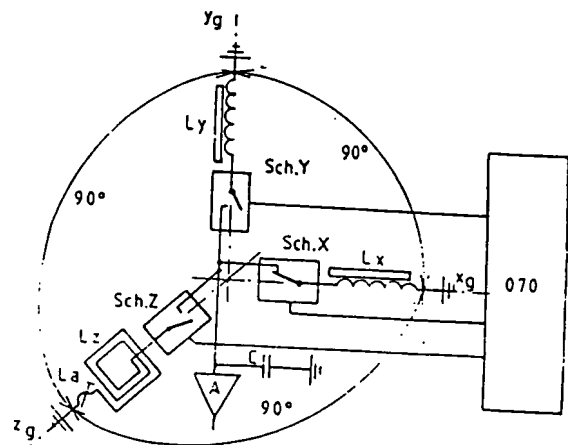
⑦④ Vertreter:
Raack, W., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 7000 Stuttgart

⑦② Erfinder:
gleich Anmelder

⑤④ Eine Einrichtung mit mehreren Empfangsspulen zur Vermeidung eines Empfangsverlustes durch die Richtcharakteristiken der Sende- und Empfangsspule bei einer Signalübertragung mit magnetischem Feld

Diese Einrichtung verwendet zum Empfang des signalübertragenden magnetischen Feldes mehrere aber mindestens zwei Empfangsspulen mit einem bestimmten Winkel zwischen ihren geometrischen Achsen und in einer oder zwei gegenseitig senkrechten Ebenen in einer bestimmten Weise geordnet, so daß die Richtungen ihrer geometrischen Achsen und auch die Richtung der Achse der Sendespule dürfen entweder in einer Ebene oder auch im Raum beliebig sein. Diese Empfangsspulen sind gleichzeitig Induktivitäten der Empfangsresonanzkreise, und von jedem solchen Resonanzkreis wird während eines sich periodisch wiederholenden Empfangszyklus mindestens einmal Signalspannung abgenommen.

In Fig. 9 dargestellte Einrichtung hat drei Empfangsspulen »Lx«, »Ly«, »Lz« gegenseitig senkrechten Achsen, Richtungen dieser Achsen und auch der Achse der Sendespule dürfen im Raum beliebig sein. Zur Ergänzung auf einen Resonanzkreis ist ein gemeinsamer Kondensator »C« verwendet, zu diesem und gleichzeitig zum Signalverstärker »A« werden die Empfangsspulen während jedes Empfangszyklus nacheinander mit elektronischen Schalter »Sch.X«, »Sch.Y«, »Sch.Z«, welche mit einer Steuerung (070) betätigt werden, angeschlossen. Diese Einrichtung ist für eine Induktive- und eine Signalübertragung im Nahbereich geeignet.



DE 3603098 A1

Patentansprüche

1. Eine Einrichtung zur Vermeidung eines Signalverlustes durch die Richtcharakteristiken der Send- und Empfangsspule bei einer Signalübertragung mit magnetischem Feld dadurch gekennzeichnet, daß zum Empfang des signalübertragenden magnetischen Feldes mehrere aber mindestens zwei Empfangsspulen die einen geeigneten Winkel zwischen ihren geometrischen Achsen haben, verwendet sind und jede Empfangsspule ist auch Induktivität, entweder ganze oder nur eine Teilinduktivität, eines eigenen auf die Empfangsfrequenz abgestimmten Resonanzkreises so daß auch bei einer im Raum oder mindestens in einer Ebene beliebigen Richtung der geometrischen Achsen der Empfangsspulen und der Sendespule mindestens in einem solchen Resonanzkreis eine Signalspannung induziert wird und diese Signalspannung von jedem Resonanzkreis unabhängig und getrennt von allen anderen Resonanzkreisen mit einem Signalverstärker abgenommen wird.
2. Eine Einrichtung nach Patentanspruch (1) dadurch gekennzeichnet, daß zum Empfang des signalübertragenden magnetischen Feldes zwei Empfangsspulen mit gegenseitig senkrechten geometrischen Achsen verwendet sind.
3. Eine Einrichtung nach Patentanspruch (1) dadurch gekennzeichnet, daß zum Empfang des signalübertragenden magnetischen Feldes drei Empfangsspulen mit gegenseitig senkrechten geometrischen Achsen verwendet sind.
4. Eine Einrichtung nach Patentanspruch (1) dadurch gekennzeichnet, daß zum Empfang des signalübertragenden magnetischen Feldes drei Empfangsspulen welcher geometrische Achsen oder Projektionen dieser in einer Ebene liegen verwendet sind und der Winkel zwischen den geometrischen Achsen zwei benachbarten Empfangsspulen beträgt 60° .
5. Eine Einrichtung nach Patentanspruch (1) dadurch gekennzeichnet, daß die geometrischen Achsen der zum Empfang des signalübertragenden magnetischen Feldes verwendeten Empfangsspulen in zwei gegenseitig senkrechten Ebenen geordnet sind.
6. Eine Einrichtung nach Patentanspruch (1) (5) dadurch gekennzeichnet, daß zum Empfang des signalübertragenden magnetischen Feldes in jeder Ebene drei Empfangsspulen verwendet sind, wobei eine Empfangsspule welcher geometrischen Achse in der Schnittgerade beider Ebenen liegt für beide Ebenen gemeinsam ist und der Winkel zwischen den geometrischen Achsen zwei in einer Ebene benachbarten Empfangsspulen beträgt 60° .
7. Eine Einrichtung nach Patentanspruch (1) dadurch gekennzeichnet, daß die zum Empfang des signalübertragenden magnetischen Feldes verwendete Empfangsspulen Spulen mit Ferritkernen sind.
8. Eine Einrichtung nach Patentanspruch (1) dadurch gekennzeichnet, daß die zum Empfang des signalübertragenden magnetischen Feldes verwendete Empfangsspulen Rahmantennen sind.
9. Eine Einrichtung nach Patentanspruch (1) dadurch gekennzeichnet, daß zum Empfang des signalübertragenden magnetischen Feldes drei Empfangsspulen mit gegenseitig senkrechten geometrischen Achsen verwendet sind, wobei zwei Emp-

- fangsspulen Ferritantennen sind und die dritte Empfangsspule eine Rahmantenne ist.
10. Eine Einrichtung nach Patentanspruch (1) (10) dadurch gekennzeichnet, daß der Schnittpunkt der geometrischen Achse der Rahmantenne mit der Ebene, in welcher die geometrischen Achsen der zwei Ferritantennen liegen sich in dem Winkel zwischen den geometrischen Achsen beider Ferritantennen befindet.
11. Eine Einrichtung nach Patentanspruch (1) dadurch gekennzeichnet, daß die induzierte Signalspannung von jedem Resonanzkreis mit einem getrennten Verstärker abgenommen wird.
12. Eine Einrichtung nach Patentanspruch (1) dadurch gekennzeichnet, daß die empfangene Signalspannung von den mit Trenngliedern entkoppelten und parallel geschalteten Ausgängen aller Verstärker abgenommen wird.
13. Eine Einrichtung nach Patentanspruch (1) (13) dadurch gekennzeichnet, daß die demodulierte Signalspannung von den mit Trenngliedern entkoppelten und parallel geschalteten Signalgleichrichter aller Verstärker abgenommen wird.
14. Eine Einrichtung nach Patentanspruch (1) dadurch gekennzeichnet, daß jeder von den mit den Empfangsspulen gebildeten Resonanzkreisen während eines Empfangszyklus mindestens einmal in einem und nur einem Resonanzkreis zugeordneten Zeitpunkt und während eines Zeitabschnittes gegebener Länge zur Abnahme der induzierten Signalspannung mit einem elektronischen Schalter zu einem gemeinsamen Signalverstärker angeschlossen wird.
15. Eine Einrichtung nach Patentanspruch (1) (16) dadurch gekennzeichnet, daß die zu dem Signalverstärker gerade nicht angeschlossenen Resonanzkreise mit elektronischen Schaltern kurzgeschlossen oder mindestens verstimmt werden.
16. Eine Einrichtung nach Patentanspruch (1) (15) dadurch gekennzeichnet, daß alle mit den Empfangsspulen gebildeten Resonanzkreise einen gemeinsamen Abstimmkondensator haben zu welchem während eines Empfangszyklus jede Empfangsspule als Induktivität eines solchen Resonanzkreises mit einem elektronischen Schalter mindestens einmal angeschlossen wird.
17. Eine Einrichtung nach Patentanspruch (1) (17) dadurch gekennzeichnet, daß der gemeinsame Abstimmkondensator entweder direkt oder mit einem Koppelglied zu dem Eingang eines gemeinsamen Signalverstärkers angeschlossen ist.
18. Eine Einrichtung nach Patentanspruch (1) (15) (16) (17) (18) dadurch gekennzeichnet, daß als elektronische Schalter Feldeffekttransistoren verwendet sind.
19. Eine Einrichtung nach Patentanspruch (1) dadurch gekennzeichnet, daß zur Übertragung eines Informationsinhaltes einer bestimmten Länge wird dieser Informationsinhalt in seinem vollen Umfang mehrmals aber mindestens mit einem Doppelprodukt der Anzahl der Empfangsspulen, die verwendet sind, einem Hochfrequenzimpuls einer geeigneten Länge aufmoduliert.
20. Eine Einrichtung nach Patentanspruch (1) dadurch gekennzeichnet, daß zur Übertragung eines bestimmten Informationsinhaltes dieser Informationsinhalt mit einer Anzahl von Hochfrequenzimpulsen wiederholt übertragen wird und jeder von

diesen Hochfrequenzimpulsen überträgt diesen Informationsinhalt vollständig und in seinem vollen Umfang und die Anzahl dieser Hochfrequenzimpulse ist gleich mindestens dem Doppelprodukt der Anzahl der verwendeten Empfangsspulen.

Beschreibung

Zur Vermeidung eines Empfangsverlustes durch die Richtcharakteristiken der Sende- und Empfangsspule bei einer Signalübertragung mit magnetischem Feld sind als Maßnahmen eine drehbare Sendespule oder drehbare Empfangsspule oder ein Kreuzrahmen oder eine Verwendung mehrerer Sendespulen bekannt.

Nachteil der drehbaren Sende- oder Empfangsspule ist eine komplizierte mechanische Ausführung, Notwendigkeit einer Bedienung und die zur Einstellung der Achse der Spule notwendige Zeit, eine schnelle und kurzzeitige Signalübertragung ist meistens nicht möglich. Bei einer Signalübertragung im Fernfeld müssen die Richtungen der geometrischen Achsen bei beiden Spulen einstellbar sein und Positionen beider Spulen müssen bekannt sein, weil auch die Richtdiagramme der Sendespule zwei Kreise mit einer Null und mit einem Bereich einer Nullausstrahlung wie bei einem Dipol sind.

Eine Verwendung mehrerer Sendespulen mit zugelassenen beliebigen Richtungen ihrer Achsen im Raum, aber mit gegenseitig unterschiedlichen und fest gegebenen Richtungen ihrer geometrischen Achsen, so daß das signalübertragende magnetische Feld von mindestens einer Sendespule in der Empfangsspule bei einer beliebigen Richtung ihrer elektrischen Achse eine Signalspannung induzieren muß, hat einige solche Nachteile nicht, aber die Information muß mit jeder Sendespule mindestens einmal ausgestrahlt werden und Zeitaufwand ist auch größer als für nur eine Ausstrahlung der Information notwendig ist und es muß für die mehrere Sendespulen notwendiger Raum vorhanden sein.

Diese Nachteile hat die Einrichtung, die hier beschrieben wird und die für eine induktive Signalübertragung oder für eine Signalübertragung im Nachbereich geeignet ist, nicht.

Zur Erregung des signalübertragenden magnetischen Feldes wird eine Sendespule verwendet und entsprechend der Kombination der verwendeten Empfangsspulen kann die Richtung ihrer Achse im Raum oder mindestens in einer Ebene beliebig sein dürfen. Zum Empfang ihres Feldes werden mehrere aber mindestens zwei Empfangsspulen mit einem bestimmten durch die Anzahl der Empfangsspulen und Verwendungszweck der Einrichtung gegebenen festen Winkel α zwischen ihren geometrischen Achsen aber einer beliebigen Richtung ihrer Achsen im Raum oder mindestens in einer Ebene verwendet.

Die in einer Empfangsspule induzierte Spannung " U " ist eine Funktion des Winkels φ zwischen der Senkrechten durch die Mitte der Empfangsspule zu ihrer Ebene der elektrischen Achse und der Richtung des magnetischen Feldes und ist $U = A \cdot \cos \varphi$ und ist maximal bei $\varphi = 0^\circ$.

Die Senkrechte durch die Mitte der Empfangsspule zu ihrer Ebene der elektrischen Achse ist identisch mit der geometrischen Achse der Empfangsspule, die Konstante " A " ist abhängig von der Intensität des magnetischen Feldes durch die Empfangsspule und von ihrer Ausführung.

Die Anzahl der Empfangsspulen und der Winkel α

zwischen ihren geometrischen Achsen sind so gewählt, daß bei einer gewünschten beliebigen Richtung der Achse der Sendespule entweder in einer Ebene oder im Raum die Ebene der elektrischen Achse bei mindestens einer Empfangsspule gegenüber dem signalübertragenden magnetischen Feld solche Richtung hat, daß in ihr eine Signalspannung induziert werden muß.

In Fig. 1 ist ein Beispiel zwei Empfangsspulen L_x , L_y welcher geometrische Achsen " x_g " und " y_g " in horizontaler Ebene liegen und der Winkel zwischen ihren geometrischen Achsen beträgt $\alpha = 90^\circ$. Diese Einordnung ermöglicht wie in Fig. 3 und Fig. 4 dargestellt ist, einen Signalempfang bei einer beliebigen Richtung der geometrischen Achse der Sendespule in der horizontalen Ebene und einer beliebigen Richtung der geometrischen Achsen der Empfangsspulen in horizontaler Ebene. Dies ist im Bereich der induktiven Übertragung und im Nahbereich möglich, weil das signalübertragende magnetische Feld der Sendespule " L_s " ist gleich oder sich mindestens dem Feld eines Solenoides nähert. Der Winkel $\varphi_x = 0^\circ$ und ist minimal zwischen der Tangente zu einer Feldlinie " t_x " und der geometrischen Achse " x_g " der Empfangsspule L_x und die Signalspannung wird nur in der Spule " L_x " induziert, bei der Spule " L_y " ist der Winkel $\varphi_y = 90^\circ$ und die induzierte Signalspannung $U = 0$. Bei einer um 90° gedrehten geometrischen Achse " s_g " der Sendespule " L_s " wie in Fig. 4 dargestellt, beträgt der Winkel $\varphi_y = 0^\circ$ zwischen der Tangente " t_y " und der geometrischen Achse " y_g " der Empfangsspule " L_y ", die Signalspannung wird nur in der Empfangsspule " L_y " induziert und $U = 0$ in der Spule " L_x ". Jede Empfangsspule ist Induktivität eines auf die Sendefrequenz abgestimmten Resonanzkreises von welchem dann die Signalspannung abgenommen wird. Beide Resonanzkreise sind galvanisch entkoppelt, jeder Resonanzkreis ist zu einem eigenen Verstärker " A " angeschlossen. Die magnetische Kopplung zwischen den Resonanzkreisen muß auch klein sein, die Resonanzkreise dürfen sich nicht beeinflussen. Wenn die Phasenunterschiede beider induzierten Signalspannungen klein sind, dann kann auf den durch die Widerstände " R " entkoppelten und parallel geschalteten Ausgänge beider Verstärker " A " die Signalspannung abgenommen werden.

In Fig. 2 ist Schema einer Einordnung drei Empfangsspulen " L_x ", " L_y ", " L_z " mit gegenseitig senkrechten geometrischen Achsen, dann kann die Richtung der geometrischen Achse der Sendespule im Raum beliebig sein dürfen. Jede Empfangsspule ist Induktivität eines auf die Senderfrequenz abgestimmten Resonanzkreises und jeder Resonanzkreis ist zu einem eigenen Signalverstärker " A " angeschlossen. Es ist gleichzeitig Beispiel eines Falles wo die in Resonanzkreisen induzierten Signalspannungen verschiedene Phasen haben und erst die mit Widerständen " R " entkoppelten Ausgänge der Signalgleichrichter " G " können parallel geschaltet und dort kann die demodulierte Signalspannung abgenommen werden.

In Fig. 5 ist dargestellt eine Einordnung fünf Empfangsspulen deren geometrische Achsen in zwei gegenseitig senkrechten Ebenen liegen, in der horizontalen Ebene " X " und in der vertikalen Ebene " Y ". Die geometrische Achse der Sendespule " L_s " darf dann im Raum eine beliebige Richtung haben und ein Vorteil dieser Einordnung der Empfangsspulen sind kleinere Schwankungen der am Ausgang der Einrichtung abgegebenen Signalspannung als Funktion der Richtung der geometrischen Achse der Sendespule " L_s ". In jeder Ebene sind für Signalempfang drei Empfangsspulen verwendet, in

der Ebene "X" sind es " Lx_1 ", " Lx_2 ", " Lxy ", in der Ebene "Y" sind es Empfangsspulen " Ly_1 ", " Ly_2 ", " Lxy ". Die Empfangsspule " Lxy " ist gemeinsam für beide Ebenen. Der Winkel α zwischen zwei in einer Ebene liegenden geometrischen Achsen zwei benachbarten Empfangsspulen beträgt $\alpha = 60^\circ$. Es sind nur die Richtungen der geometrischen Achsen der Empfangsspulen gegenüber der Richtung der Ausbreitung des signalübertragenden magnetischen Feldes wichtig und diese bleiben beibehalten auch wenn sich die " Lx " Empfangsspulen zum Beispiel in einer Linie befinden wie in Fig. 6 dargestellt oder wenn sich auch die " Ly " Empfangsspulen, also alle Empfangsspulen in der horizontalen Ebene befinden Fig. 6, Fig. 7.

In Einrichtungen, wo die Empfangsspulen aus Raumgründen sich in kleinen Distanzen nebeneinander befinden müssen und ihre gegenseitige induktive Kopplung kann nicht eliminiert werden, aber die Resonanzkreise dürfen sich nicht beeinflussen, dort ist es möglich, diese Schwierigkeiten damit umzugehen, daß in einem Zeitpunkt und während eines Zeitabschnittes Länge " t_e " wird die Signalspannung nur von einem Resonanzkreis abgenommen und nur dieser wird mit einem elektronischen Schalter zu dem Signalverstärker angeschlossen, die übrigen Resonanzkreise können dann mit elektronischen Schaltern kurzgeschlossen oder mindestens verstimmt werden.

In Fig. 8 ist Beispiel einer Einrichtung mit zwei Empfangsspulen " Lx ", " Ly " mit gegenseitig senkrechten geometrischen Achsen " xg " und " yg ", die in horizontaler Ebene liegen, die Richtung der geometrischen Achse " sg " der Sendespule " Ls " kann dann in horizontaler Ebene beliebig sein dürfen. Der elektronische Schalter " $Sch.X$ " zum Anschließen des Resonanzkreises mit der Empfangsspule " Lx " während einer Empfangszeit " t_e " zu dem Signalverstärker "A" oder zum kurzschließen dieses Resonanzkreises und der elektronische Schalter " $Sch.Y$ " mit ähnlicher Funktion zu dem Resonanzkreis mit der Empfangsspule sind mit der Schaltersteuerung (070) betätigt. Die Signalspannung wird von den Resonanzkreisen in einem sich periodisch wiederholenden Empfangszyklus abgenommen und jeder Resonanzkreis wird während dieses Empfangszyklus mit seinem elektronischen Schalter in einem nur ihm zugeordneten Zeitpunkt und während einer Empfangszeit " t_e " zu einem Signalverstärker "A" einmal angeschlossen. Dieses Empfangszyklus wiederholt sich periodisch, nach der Abnahme der Signalspannung von dem letzten Resonanzkreis wird die Signalspannung wieder von dem ersten Resonanzkreis abgenommen. Die Länge " t_{ez} " eines Empfangszyklus ist abhängig von der Art der ausgestrahlten Information und von der Art der Ausstrahlung dieser Information. In Fig. 11 sind die Impulsdigramme der Einrichtung von Fig. 8, die Information wird in Form eines nichtmodulierten HF Impulses von einer Länge " t_s " ausgestrahlt. Die Empfangsspule " Lx " befindet sich in einer Lage bei welcher " $\varphi_x = 0^\circ$ " und die in ihr induzierte Spannung " U_x " ist maximal, die Empfangsspule " Ly " muß sich gleichzeitig in einer Lage bei welcher " $\varphi_y = 90^\circ$ " befinden und die in ihr induzierte Spannung " U_y " ist gleich Null, $U = 0$.

Die Länge " t_{ez} " eines Empfangszyklus ist gegeben mit der Anzahl "a" der Empfangsspulen, mit der Empfangszeit " t_e ", notwendigen zum sicheren Empfang der mit dem HF Impuls übertragenen Informationen mit einer beliebigen Empfangsspule und bei einer beliebigen Position des HF Impulses gegenüber dem Empfangszyklus, und mit der Zeit " t_{oc} " was die Zeit ohne Empfang ist und das ist die Zeit zwischen zwei nacheinander folgenden

Empfangszeiten " t_e " zwei Empfangsspulen. Die minimal notwendige Länge eines Empfangszyklus ist dann $t_{ez} = a \cdot t_{e\min} + (a-1)t_{oc}$. Die minimal notwendige Empfangszeit mit einer beliebigen Empfangsspule ist:

$t_{e\min} = 2 \cdot t_{ic\min} + t_{oc}$ wobei $t_{ic\min}$ ist die zum sicheren Empfang der übertragenen Information mit einer beliebigen Empfangsspule minimal notwendige Zeit. Diese Zeit " $t_{ic\min}$ " ist bestimmt mit der übertragenen Information, mit den Schaltzeiten der elektronischen Schalter und Ansprechzeiten des Verstärkers "A". Die Empfangszeit " $t_{e\min}$ " muß dann die Länge: $t_{e\min} = 2 \cdot t_{ic\min} + t_{oc}$ haben weil, wie in Fig. 11 Zeile "Ind.Spannung in Spule und Zyklus" in dem Zyklus "n" und in dem Zyklus "n+1" dargestellt, die " $t_{ic\min}$ " muß auch bei einer ungünstigsten Position des HF Impulses zu den Empfangszyklen gesichert bleiben. Aus den Impulsdigrammen in Fig. 11 ist auch sichtbar, daß jeder in einem beliebigen Zeitpunkt gesendete HF Impuls mit mindestens einem Empfangszyklus " t_{ez} " empfangen wird und jedesmal in dem Resonanzkreis mit der Empfangsspule " Lx " eine Signalspannung während eines Zeitabschnittes Länge: $t_{ind} = t_{ic\min}$ induziert wird. Die Länge des HF Impulses ist: $t_s = t_{ez}$. Wenn ein ausgestrahlter HF Impuls während zu zwei nacheinander folgenden Empfangszyklen gehörenden Empfangszeiten " t_e " eines Resonanzkreises empfangen wird, wird während dieses HF Impulses Länge " t_s " die Signalspannung in diesem Resonanzkreis zweimal induziert. In Fig. 11 ist das der Fall bei dem HF Impuls "m" der während des n-ten und (n+1)-ten Empfangszyklus empfangen wird. Mit einem HF Impuls einer bestimmten Länge " t_s " kann nur ein Informationsinhalt einer bestimmten Länge " t_i " übertragen werden, zur Übertragung eines Informationsinhaltes einer Länge k $\cdot t_i$ sind mindestens k-HF Impulse und k-Empfangszyklen notwendig.

Eine Einrichtung mit drei Empfangsspulen " Lx ", " Ly ", " Lz ", gegenseitig senkrechter geometrischer Achsen " xg ", " yg ", " zg " die eine Signalübertragung bei einer beliebigen Richtung der geometrischen Achse " sg " der Sendespule " Ls " im Raum ermöglicht ist in Fig. 9 dargestellt. Die Induktivitäten " Lx ", " Ly ", " Lz " der drei Resonanzkreise haben einen gemeinsamen Abstimmkondensator "C", zu diesem und gleichzeitig zu dem Verstärker "A" werden während eines Empfangszyklus die Empfangsspulen mit elektronischen Schaltern " $Sch.X$ ", " $Sch.Y$ ", " $Sch.Z$ " in einzelnen jeweils nur einer Empfangsspule zugeordneten Zeitpunkten angeschlossen, die Resonanzkreise werden gebildet und die Signalspannung wird abgenommen. Da durch die Empfangsspulen ein Zirkulationsstrom der Resonanzkreise fließt, sind als Schalter Feldeffekttransistoren verwendet. Die Empfangsspule " Lz " ist eine Rahmantenne und ihre Induktivität wird mit der Abgleichspule " La " auf die Resonanzfrequenz abgeglichen. In Fig. 10 sind die Empfangsspulen abgebildet, " Lx " und " Ly " sind Ferritantennen und die " Lz " eine Rahmantenne, diese Kombination ist flach und ermöglicht auch eine flache Ausführung eines Gerätes was besonders bei tragbaren und Taschengeräten Vorteil ist. In Fig. 12 sind die zu der Einordnung von Fig. 9 gehörenden Impulsdigramme.

Eine Voraussetzung bei einem Empfang mit dem Ablauf wie in den Impulsdigrammen Fig. 11 und Fig. 12 dargestellt ist einer während der ganzen Zeit " t_s " der Ausstrahlung des HF Impulses sich nicht ändernde Informationsinhalt, so daß mit einer beliebigen Empfangsspule während einer Empfangszeit " $t_{ic\min}$ " in einem beliebigen Abschnitt des HF Impulses immer der vollständige Informationsinhalt empfangen wird.

Wenn sich der Informationsinhalt während einer Ausstrahlungszeit " t_i " ändern wird und muß während seiner ganzen Ausstrahlungszeit Länge " t_i " ohne Unterbruch und vollständig empfangen werden, dann muß dieser Informationsinhalt während mindestens eines Empfangszyklus mit mindestens einer Empfangsspule vollständig und während seiner ganzen Länge " t_i " ohne Unterbruch empfangen werden. Das ist mit vorgeschlagener Einrichtung möglich, wenn während des HF Impulses dieser Informationsinhalt w -mal wiederholt ausgestrahlt wird. Impulsdigramme solches Ablaufes einer Ausstrahlung eines solchen Informationsinhaltes " t_i " sind in Fig. 13 und Fig. 14 dargestellt und beziehen sich auf die Einrichtung in Fig. 9. Zur Vereinfachung ist in dem Impulsdigramm Fig. 13 ein Idealfall angenommen, daß die Ansprech- und Abfallzeiten " t_a " der elektronischen Schalter vernachlässigbar klein sind, dagegen in Fig. 14 sind diese Zeiten berücksichtigt.

Die Anzahl " a " der Empfangsspulen ist auch in diesem Fall mit den geforderten und zugelassenen Änderungen der Richtungen der geometrischen Achsen der Empfangsspulen und der Sendespule " L_s " und mit den zugelassenen Schwankungen der in den Empfangsspulen induzierten Signalspannung bestimmt.

Es gelten dieselben Regeln wie in dem vorher beschriebenen Fall einer Übertragung mit einem nicht modulierten oder mit einem sich nicht ändernden Informationsinhalt modulierten HF Impuls einer Länge " t_i ". Daß einer sich ändernden Informationsinhalt einer Länge " t_i " während eines HF Impulses einer Länge " t_i " w -mal wiederholt, wobei die Anzahl " w " der Wiederholungen $w=2a$, ausgestrahlt werden muß ist aus der Fig. 14 sichtbar. In dem Beispiel in der Fig. 14 lediglich bei der Empfangsspule " L_x " befindet sich die geometrische Achse " x_g " gegen dem signalübertragenden magnetischen Feld in solcher Richtung, daß in der Empfangsspule " L_x " eine Signalspannung induziert wird. Der HF Impuls einer Länge " t_i " in der Zeile 4. befindet sich gegen den Empfangszyklen $(n-1)$, n , und $(n+1)$ Zeile 5 in einer ungünstigsten Position. Der mit dem HF Impuls " t_i " (1) übertragene Informationsinhalt " t_i " wird bei seiner (1) Ausstrahlung während des zu dem n -ten Empfangszyklus gehörenden Einschalten und bei seiner (6) Wiederholung während des zu dem $(n+1)$ Empfangszyklus gehörenden Einschalten der Spule " L_x " in seiner vollständigen Länge " t_i " empfangen, Zeilen 5, 6. Während des n -ten Empfangszyklus Zeile 5, 6 empfängt die Empfangsspule " L_x " vollständig auch die (6) Wiederholung des mit dem HF Impuls " $t_i(0)$ " übertragenen Informationsinhaltes. Während des $(n+1)$ Empfangszyklus empfängt die " L_x " Spule vollständig auch die (1) Ausstrahlung des mit dem HF Impuls " $t_i(2)$ " übertragenen Informationsinhaltes. Bei einer Verschiebung des HF Impulses " $t_i(1)$ " noch weiter nach rechts, wird der mit ihm übertragene Informationsinhalt bei seiner (1) Ausstrahlung nicht mehr vollständig empfangen, wird aber während seiner (6) Wiederholung in demselben HF Impuls " $t_i(1)$ " und während des $(n+1)$ Empfangszyklus mit der Spule " L_x " vollständig empfangen.

Es muß weiter die zu einem sicheren Empfang eines ausgestrahlten Informationsinhaltes einer Länge " t_i " und bei einer gegebenen Anzahl " a " der Empfangsspulen mit einer beliebigen Empfangsspule und bei einer beliebigen Position des HF Impulses zu den Empfangszyklen minimal notwendige Länge " t_i " des HF Impulses und die minimal notwendige Länge " t_{ez} " des Empfangszyklus bestimmt werden.

Die Länge " t_i " des HF Impulses bei einer w -mal wie-

derholten Ausstrahlung eines Informationsinhaltes Länge " t_i " besteht aus der " $w \cdot t_i$ " langen Ausstrahlungszeit der Information und aus einer $(w-1) \cdot t_{oi}$ langen Zeit ohne Ausstrahlung der Information und ist:
 $t_i = w \cdot t_i + (w-1) \cdot t_{oi}$ Die Zeit " t_i " angenommen, die Zeit " t_{oi} " ohne Ausstrahlung einer Information ist die Zeit zwischen zwei benachbarten Ausstrahlungen der Information und auch die Zeit zwischen zwei benachbarten HF Impulsen. Die Zeit " t_{oi} " hat eine mit der Konzeption des Senders bedingte minimale Länge, die nicht unterschritten werden kann, aber oberhalb dieser Grenze ist sie frei wählbar und wird zur Anpassung der Länge " t_i " des HF Impulses auf seine notwendige Länge verwendet.

Die Länge " t_{ez} " eines Empfangszyklus ist:
 $t_{ez} = a \cdot t_e + (a-1) \cdot t_{oe}$ wo die Zeit " t_e " ist die bei einer gegebenen gegebenen Zeit " t_i " und " t_{oi} " minimal notwendige Empfangszeit mit einer beliebigen Empfangsspule und bei einer beliebigen Position des HF Impulses zu den Empfangszyklen zu einem vollständigen Empfang des ausgestrahlten Informationsinhaltes Länge " t_i ". Die Zeit " t_{oe} " ist die Zeit ohne Empfang und das ist die Zeit zwischen zwei benachbarten Empfangszeiten " t_e " zwei Empfangsspulen. Die minimal notwendige Empfangszeit " t_e " mit einer beliebigen Empfangsspule ist, wie in Fig. 14 Zeile 1 "HF Impulse", Zeile 2 "Empfangszyklen" und Zeile 3 "Induzierte Spannung in Spule während Zyklus" sichtbar, gegeben mit einer zu einem einfachen und einzigen Empfang des ausgestrahlten Informationsinhaltes einer Länge " t_i " notwendigen Empfangszeit " t_{ie} " und diese ist: $t_{ie} = t_i$ wobei die längste noch erwartete Zeit " t_i " eingesetzt wird, weiter mit der Länge des Zeitens " t_{oi} " und mit den Ansprech- und Abfallzeiten " t_a " des verwendeten elektronischen Schalters. Die minimal notwendige Empfangszeit " t_e " mit einer Empfangsspule ist dann: $t_e = 2t_{ie} + t_{oi} + 2t_a$. Die notwendige Zeit " t_{oi} " ist: $t_{oi} = 2t_a + t_{oe}$. Als " t_{oe} " wird die längste tatsächliche Zeit " t_{oe} " eingesetzt, diese beeinflußt die Länge " t_i " des HF Impulses und wird so kurz wie möglich gehalten. Die notwendige Länge " t_i " des HF Impulses beträgt: $t_i = w \cdot t_i + (w-t_i) \cdot t_{oi}$ und die Länge " t_{ez} " eines Empfangszyklus beträgt:
 $t_{ez} = a \cdot t_e + (a-1) \cdot t_{oe}$ Bei einer Ausstrahlung eines kürzeren Informationsinhaltes " t_i " als maximal vorgesehen muß die Zeit " t_{oi} " verlängert werden, damit die Länge " t_i " des HF Impulses unverändert bleibt oder muß auch die Länge " t_{ez} " des Empfangszyklus neu bestimmt werden. In den Impulsdigrammen in Fig. 13 ist angenommen, daß die Ansprech- und Abfallzeiten des elektronischen Schalters vernachlässigbar kurz sind und dann ist: $t_{oi} = t_{oe}$.

Statt eines HF Impulses einer Länge " t_i " mit einem w -mal aufmodulierten Informationsinhalt einer Länge " t_i " können auch " w " HF Impulse jeder einer Länge " t_i " mit jeweils einmal aufmodulierten demselben Informationsinhalt einer Länge " t_i " verwendet werden und die Zeit " t_{oi} " zwischen zwei benachbarten HF Impulsen bleibt gleicher Länge wie die Zeit " t_{oi} " zwischen zwei benachbarten Aufmodulierungen des Informationsinhaltes bei einer Übertragung mit einem HF Impuls Länge " t_i ".

Die beschriebene Einrichtung ermöglicht bei einer Signalübertragung ausschließlich mit magnetischem Feld und in den Bereichen einer induktiven Übertragung und einer Übertragung im Nahbereich, auch wenn die Richtung der Achse der Sendespule nicht bekannt ist und muß beliebig sein dürfen und auch wenn die Richtungen der Achsen der Empfangsspulen können nicht

frei bestimmt werden einen zuverlässigen Signalempfang, so daß auch in solchen Bedingungen ist es möglich, die Vorteile dieser Signalübertragung auszunützen.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

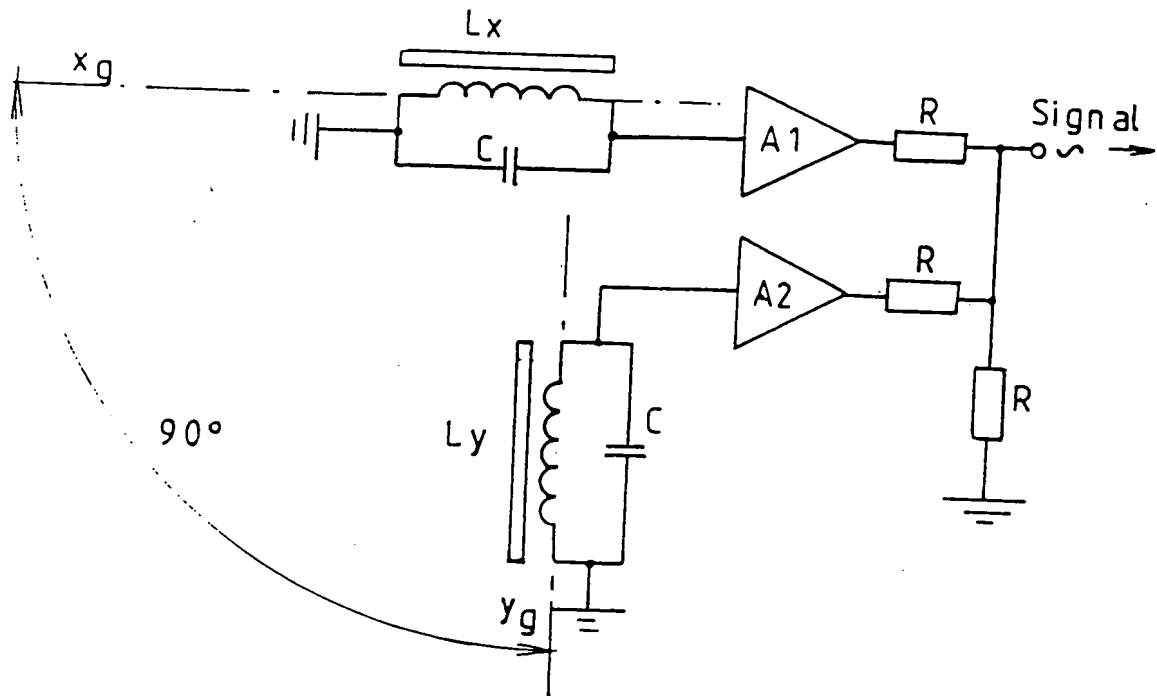


Fig. 1.

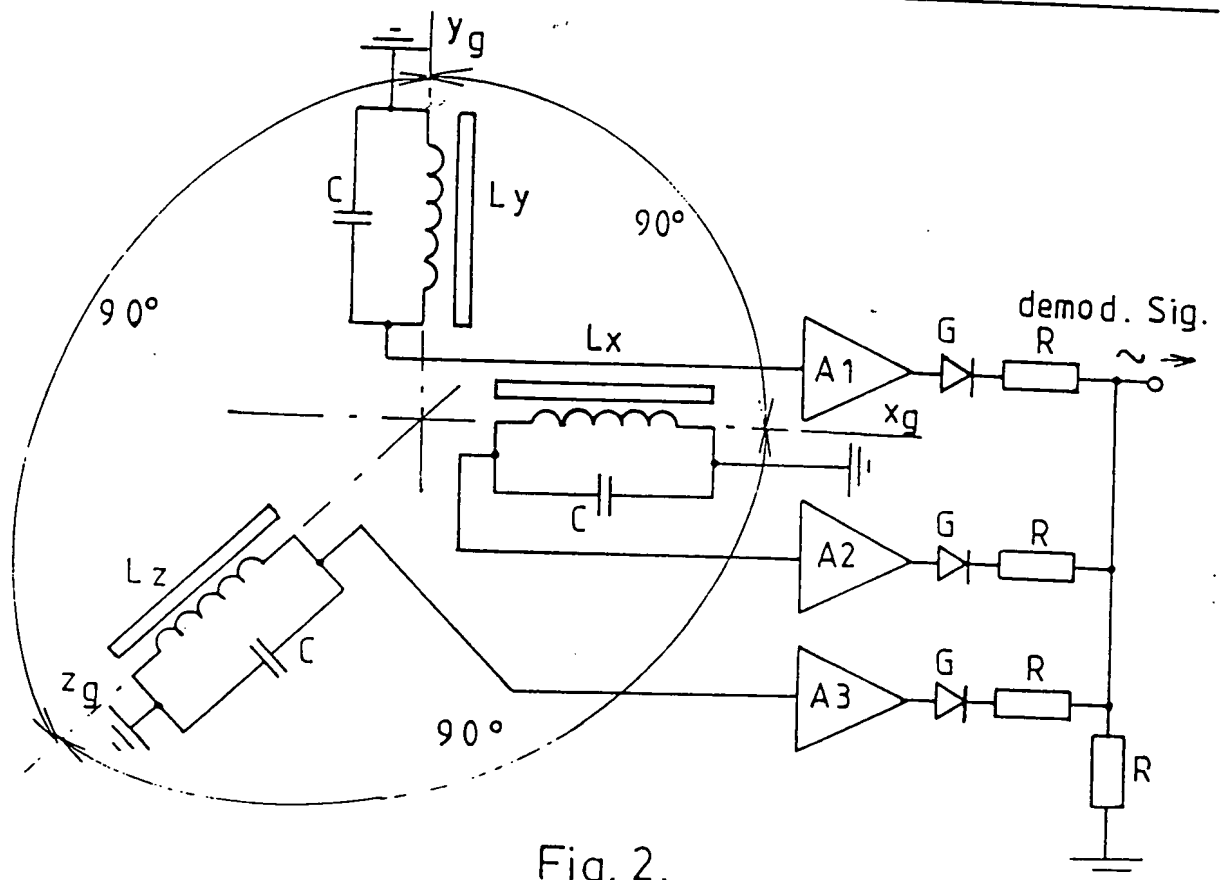
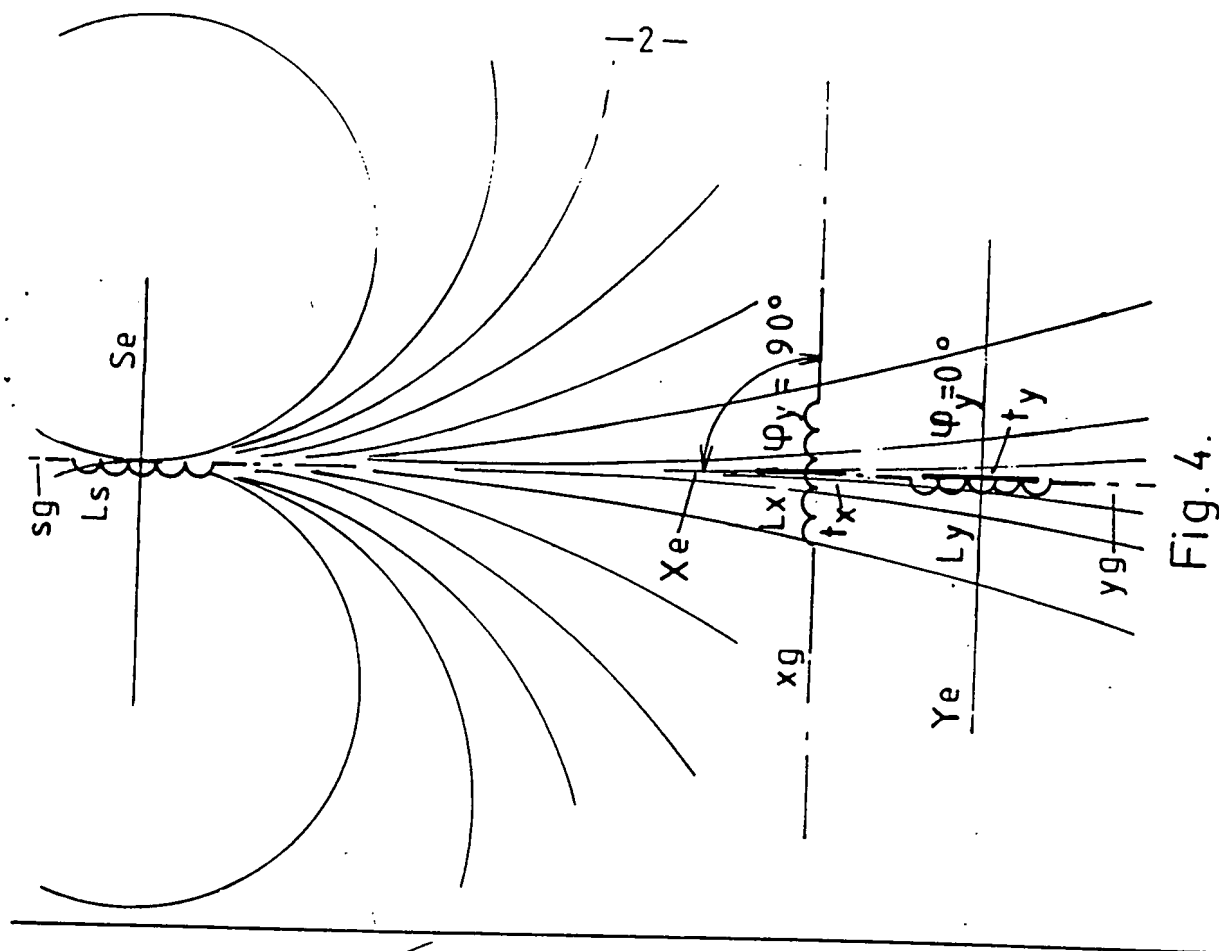
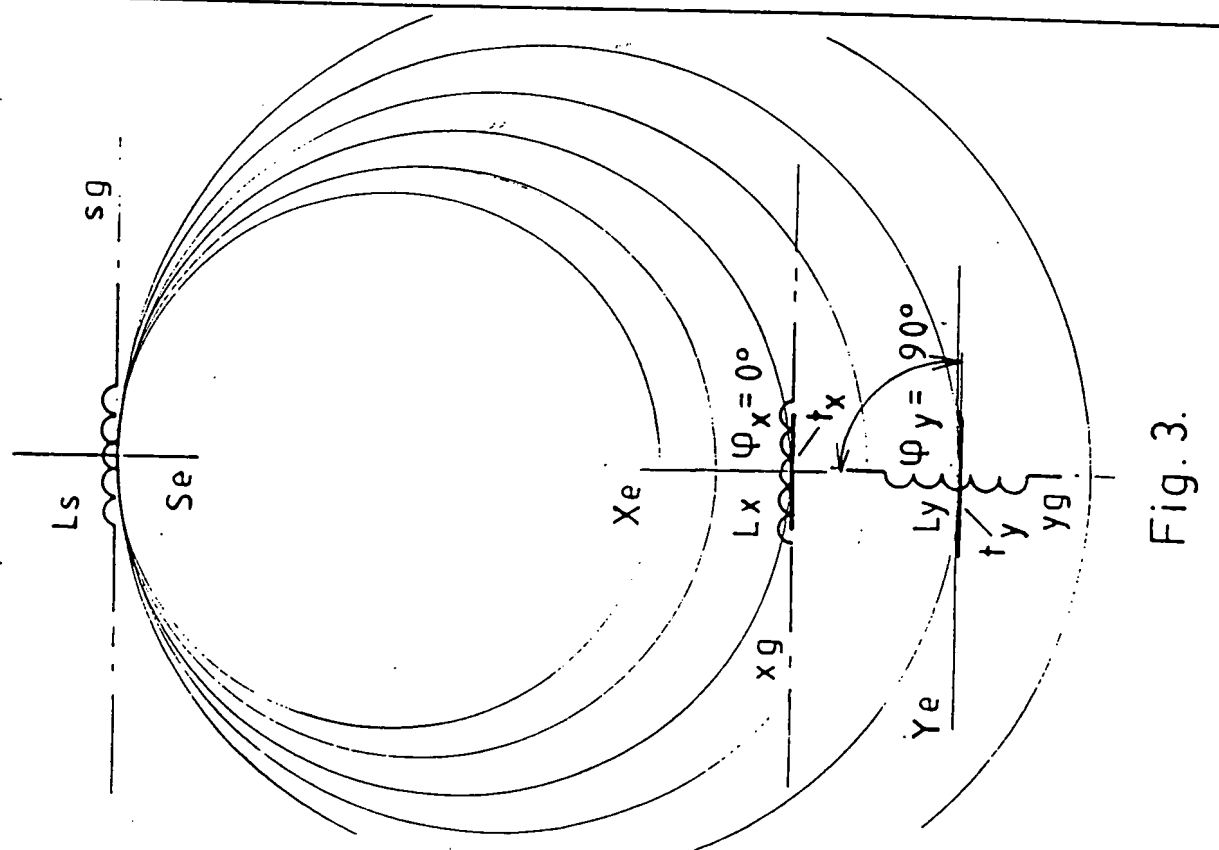
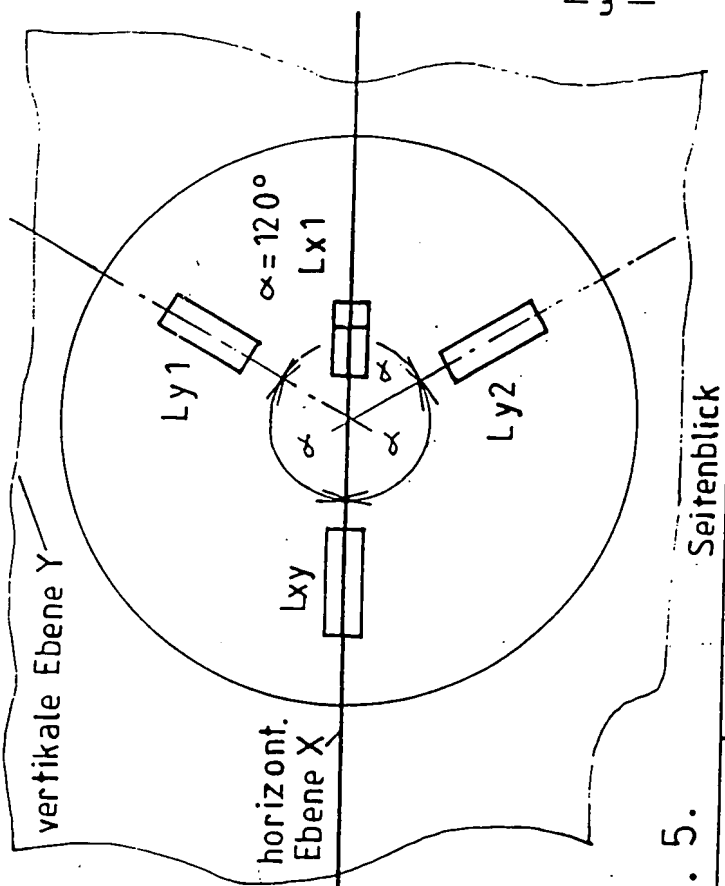
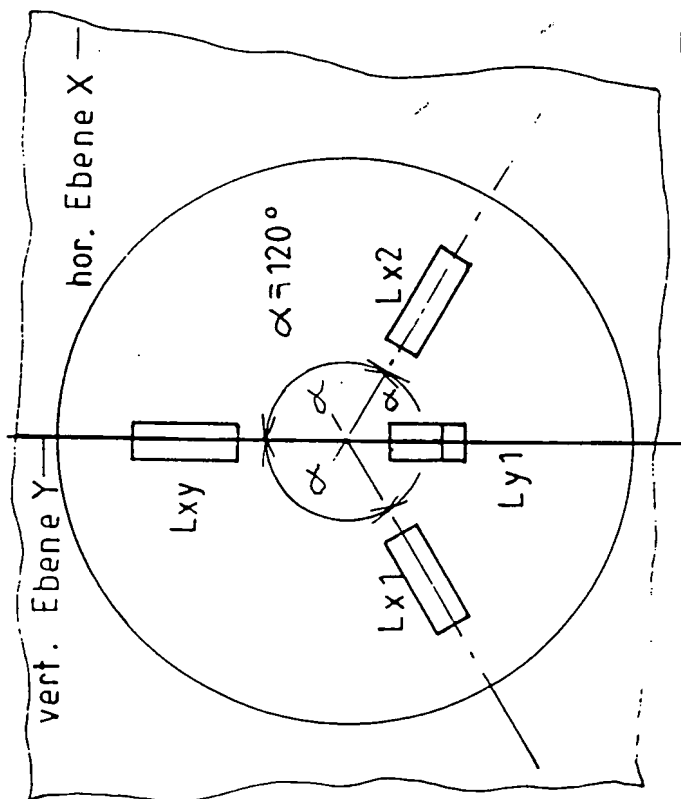


Fig. 2.





- 3 -

Fig. 5.

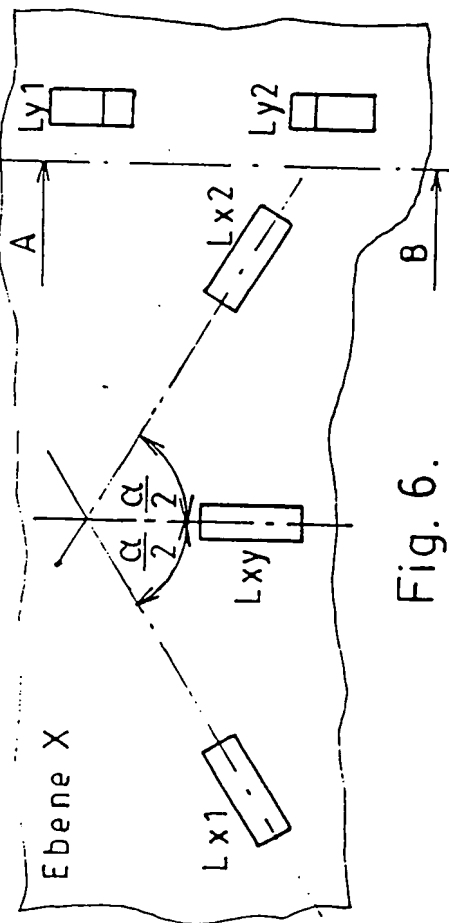


Fig. 6.

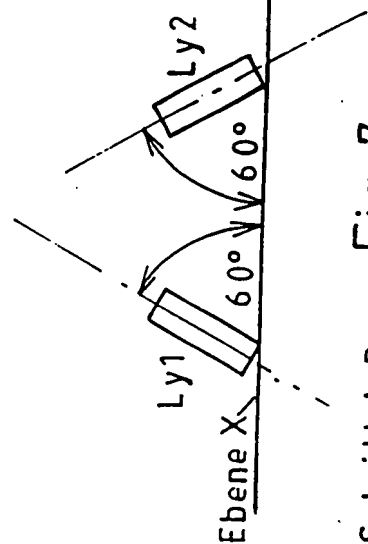


Fig. 7.

Schnitt A-B

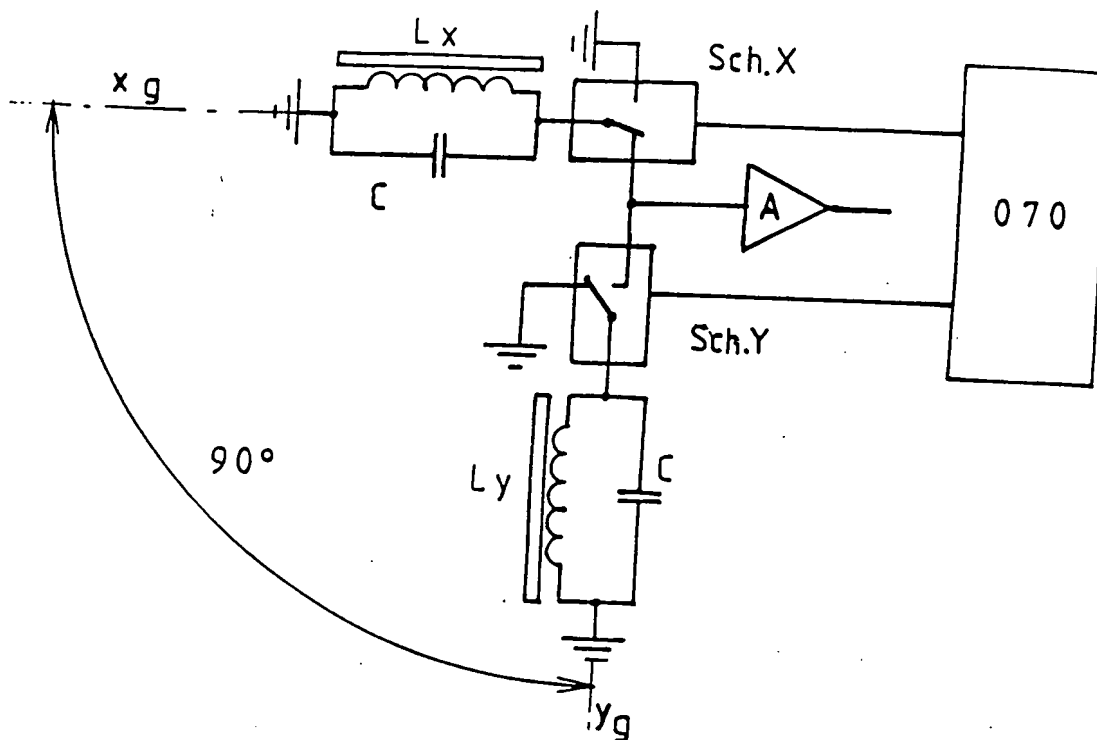


Fig. 8

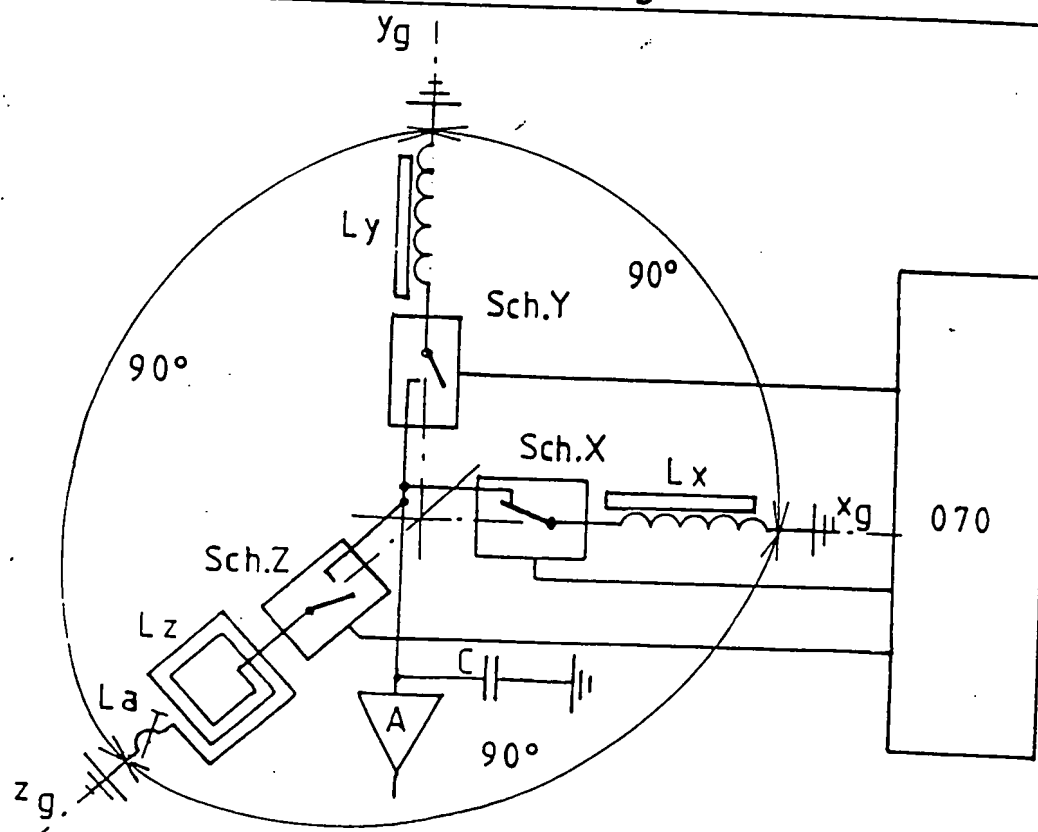


Fig. 9

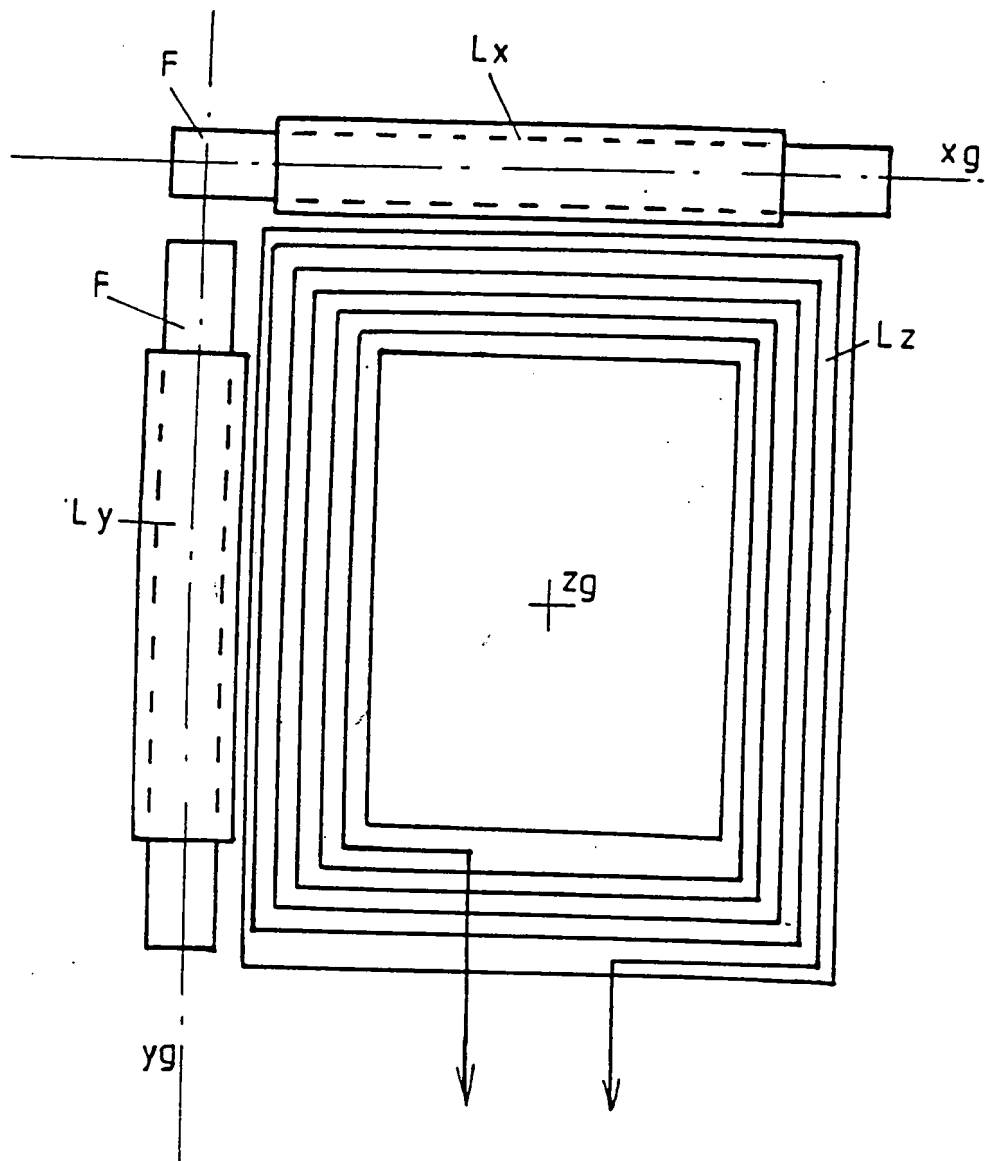


Fig. 10.

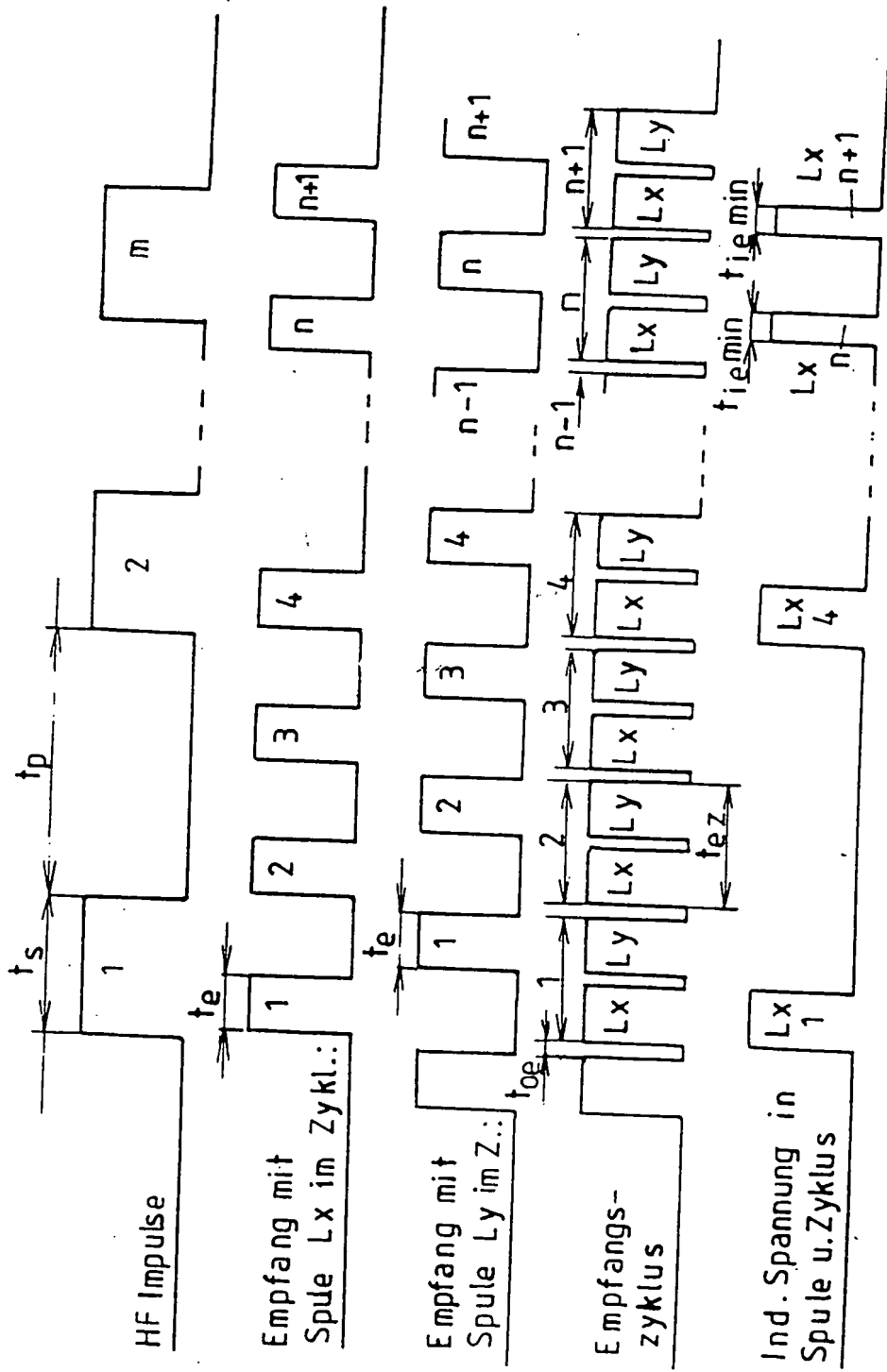


Fig. 11.

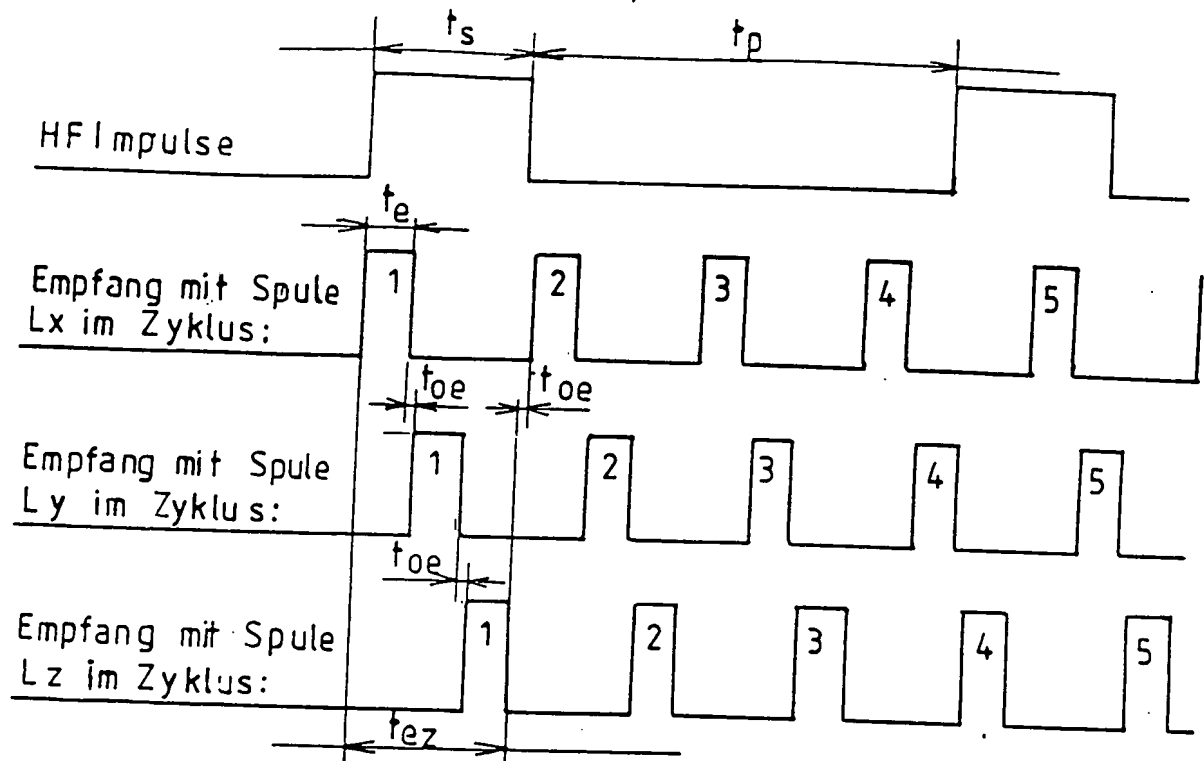


Fig.12.

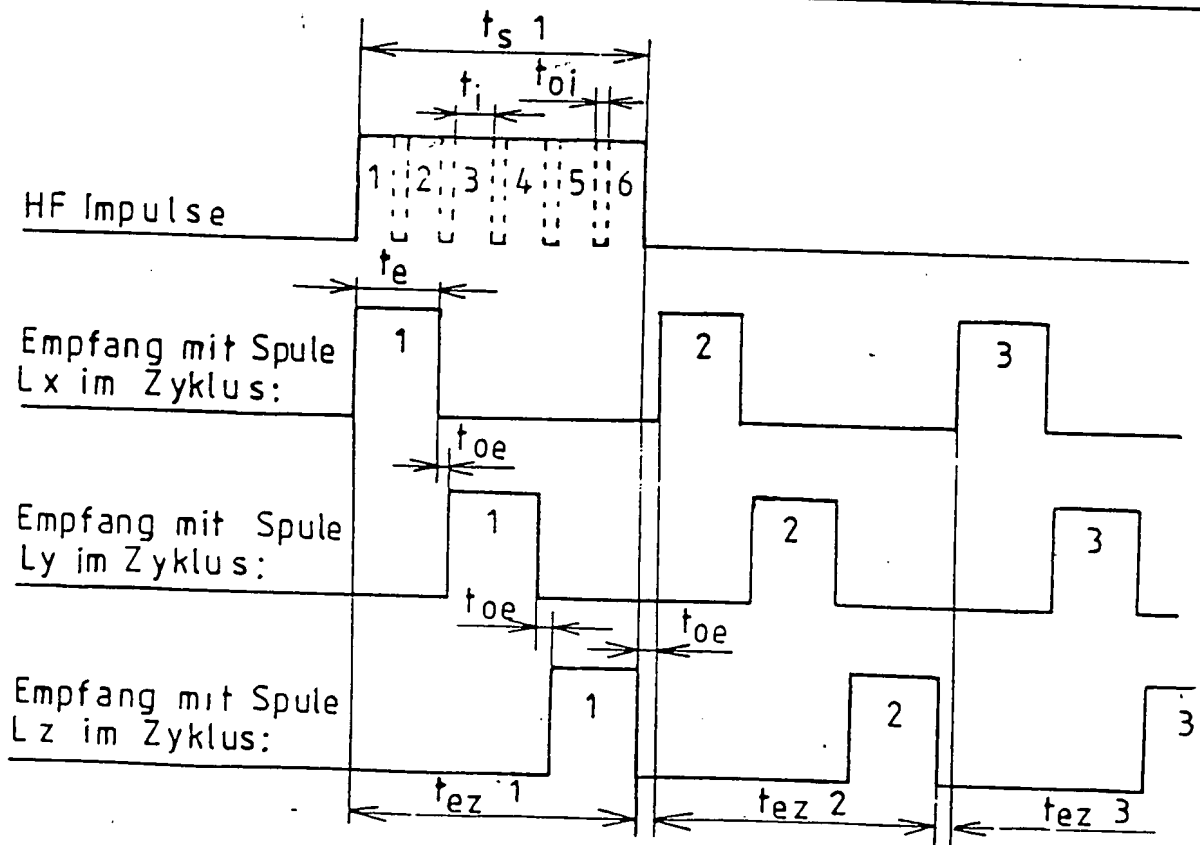


Fig.13.

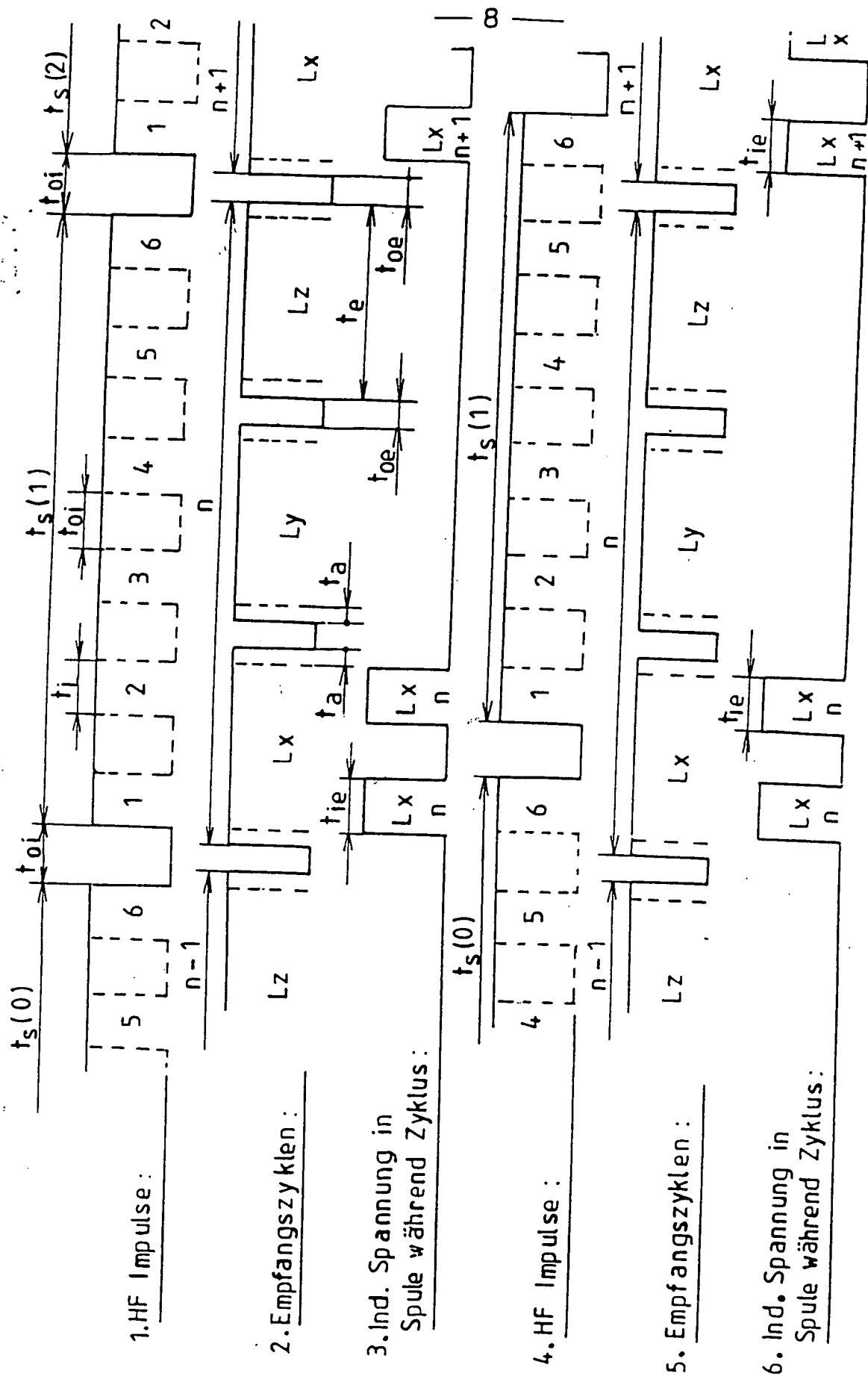


Fig. 14.

BE'

Republic of Germany Declaration Text

Int. Cl.⁴
H04B 5/100

German Patent Office DE 36 03 098 A1

5

File No. P36 03 098.8
Application Date: February 1, 1986
Declaration Date January 8, 1987

10

With the agreement of the applicant, the published application in accord with § 31, Sec. 2, 1 Pat G

Priority in Union: Feb. 3, 1985
Applicant: Radakovic, Svätöplik, Zurich, CH
Inventor: Same as applicant
Attorney: Raeck, W., Dipl.-Ing. Stuttgart

15

An apparatus having a plurality of receiving coils for the avoidance of reception loss during a signal transmission with a magnetic field.

20

25

This apparatus employs for the reception of the magnetic field carrying a signal, a plurality of, but at least two, receiving coils having a predetermined angle between their geometric axes, said coils being so arranged in one or two opposed, vertical planes that the directions of their geometrical axes and also the direction of the axis of the sending coil may be either in one plane or optionally in space. These receiving coils are simultaneously inductors of the reception resonance circuit, and from each such resonance cycle, signal voltage is picked up at least one time during a self repeating reception cycle.

30

35

The apparatus presented in Fig. 9 (right, above) possesses three opposed, vertical receiving coil axes, "Lx", "Ly" and "Lz". The direction in space of these axes and also the axis of the sending coil may be optional.

40

For the enhancement of a resonance circuit, a conventional condenser "C" is employed. To this and simultaneously to the signal amplifier "A", the receiving coils are connected sequentially during each receiving cycle with electronic switches "Sch.x", "Sch.y" and "Sch. Z" which said switches are activated by a control (070). This apparatus is for an inductive transmission and signal transmission in a local area.

45

50

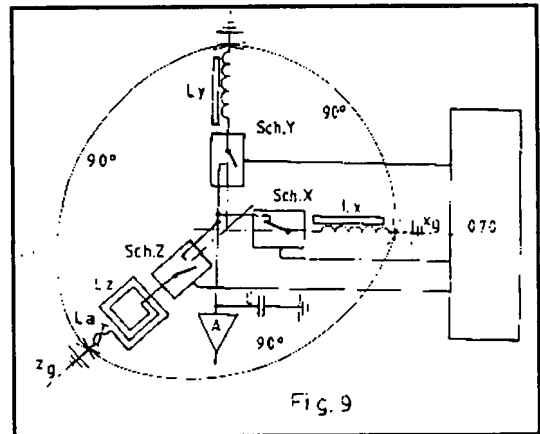


Fig. 9

CLAIMS

1. An apparatus for the avoidance of loss in signal because of the directional characteristics of sending and receiving coils, where a signal transmission with a magnetic field is concerned, therein characterized, in that there is employed for the reception of a magnetic field which carries a signal transmission, a plurality of, or at least two, receiving coils which have a characteristic angle between their geometric axes. Further, each receiving coil is also an inductor, either entirely or only partly so, of a resonance circuit correspondingly relating to the receiving frequency so that even in a free spatial disposition or in a planar optionally selected direction of the geometrical axes of the receiving coils or the sending coil, a signal voltage is induced and this signal voltage is picked up by a signal amplifier, said signal voltage being independent of any resonance circuit and isolated from all other resonance circuits.
2. An apparatus in accord with Claim 1, therein characterized in that for the receiving of the magnetic field carrying the signal, two receiving coils with opposed, vertical, geometric axes are employed.
3. An apparatus in accord with Claim 1, therein characterized in that for the receiving of the magnetic field carrying the signal, three receiving coils with opposed, vertical, geometric axes are used.
4. An apparatus in accord with Claim 1, therein characterized in that for the receiving of the magnetic field carrying the signal, three receiving coils, the geometric axes of which, or the projection of the same lie in a plane, are used and the angle between the geometric axes of two neighboring receiving coils is 60° .

5. An apparatus in accord with Claim 1, therein characterized in that the geometric axes of the coils employed for the reception of the magnetic field which carries the signal are disposed in two opposed, vertical planes.
- 5 6. An apparatus in accord with Claims 1 to 5, therein characterized in that for the reception of the magnetic field which carries the signal in any plane, three receiving coils are used, wherein a receiving coil, the geometric axis of which lies in a line of intersection of two planes is common to both planes and the angle between the geometric axes of two neighboring reception coils in one plane measures 60° .
- 10 7. An apparatus in accord with Claim 1, therein characterized in that the receiving coils used for the reception of the magnetic field which carries the signal possesses a ferrite core.
- 15 8. An apparatus in accord with Claim 1, therein characterized in that the coils used for the reception of the magnetic field which carries the signal are frame antennae.
9. An apparatus in accord with Claim 1, therein characterized in that for the reception of the magnetic field which carries the signal, three receiving coils with opposed vertical geometric axes are employed, wherein two receiving coils are ferrite antennae and the third coil is a frame antenna.
- 20 10. An apparatus in accord with Claims 1 to 9, therein characterized in that the intersection of the geometric axis of the frame antenna with the plane in which the geometric axes of the two ferrite antennae lie, is to be found in the angle between the said geometric axes of the two ferrite antennae.
- 25 11. An apparatus in accord with Claim 1, therein characterized in that the induced signal voltage from each resonance circuit is picked up by an isolated amplifier.

12. An apparatus in accord with Claim 1, therein characterized in that the received signal voltage from the parallelly connected outputs of all amplifiers, which said outputs are also decoupled with disconnect members, is picked up.
- 5
13. An apparatus in accord with Claims 1 to 12, therein characterized in that demodulated signal voltage from the parallelly connected signal rectifiers of all amplifiers, which signal rectifiers are decoupled with disconnect members, is picked up.
- 10
14. An apparatus in accord with Claim 1, therein characterized in that each of the resonance circuits formed with the receiving coils are connected by an electronic switch to a common signal amplifier for the acquisition of the induced signal voltage and this is executed one time and one time only, which time is correlated with a resonance circuit and during the interval of given length for the picking up of the induced signal voltage.
- 15
15. An apparatus in accord with Claims 1 to 14, therein characterized in that resonance circuit not directly connected to the signal amplifier is short circuited by means of electric switches, or is at least brought out of tuned alignment.
- 20
16. An apparatus in accord with Claims 1 to 15, therein characterized in that all those resonance circuits which include receiving coils are provided with a common mutual tuning condenser, to which, during a receiving cycle, each receiving coil is connected at least once by an electronic switch to serve as an inductor for such a resonance circuit.
- 25

17. An apparatus in accord with Claims 1 to 16, therein characterized in that the common tuning condenser is connected either directly, or with a coupling means, to the input of a common amplifier.
- 5 18. An apparatus in accord with Claims 1 to 17, therein characterized in that field effect transistors are employed as electronic switches.
19. An apparatus in accord with Claim 1, therein characterized in that for the transmission of a data content having a definite interval, this data content in its full
10 interval is modulated to a high frequency impulse of an appropriate interval several times, but at least with a doubled product of the number of receiving coils which are used.
20. An apparatus in accord with Claim 1, therein characterized in that for the
15 transmitting of a data content of definite interval, this data content is repeatedly transmitted with a number of high frequency impulses and each of these high frequency impulses transports this data content in its full completeness and encompassment and the number of these high frequency impulses is equal to at least the double product of the number of employed receiving coils.

20

25

DESCRIPTION

For the avoidance of a loss in reception caused by the directional characteristics of send and receive coils, where signal transmission with a magnetic field is concerned, corrective measures are in common knowledge which encompass a rotatable sending coil, a cross frame, or the utilization of a plurality of sending coils.

Disadvantages of the rotatable sending or receiving coils include complicated mechanical construction, the necessity of maintenance, and the necessary time for the adjustment of the axis of the coil. A quick and short-time signal transmission is ordinarily not possible with the said rotatable coil. For signal transmission over long distances, the directions of the geometrical axes in the case of both coils must be known, because even the directional pattern of the sending coil with one zero and a zone of zero emission is similar to a dipole.

Employing a plurality of sending coils, with permissible, optional directions of their axes in space, but with oppositely different and preset dispositions of their geometrical axes therein, so that the magnetic field carrying the signal from at least one sending coil must induce a signal voltage in the receiving coil at an optional direction of its electrical axis, does indeed avoid the above disadvantages, but the data must be emitted at least once with each sending coil and the consumed time proves greater than is necessary for a simple emission of the data and further, space must be allowed for the room necessary for the several sending coils.

The apparatus, which is here described, and which is suitable for an inductive signal transmission or for a signal transmission in a local zone does not have these deficiencies.

A sending coil is used for the activation of the magnetic field which carries the signal and correspondingly, the combination of the employed reception coils may have the direction of their axes optionally in space or at least in one plane. For the receiving of its field there are used several, or at least two, receiving coils at a given fixed angle α , defined by the number of coils and operational objective of the apparatus, said angle being

between their geometric axes but in an optional direction of said axes in space or at least in one plane.

The voltage "U" induced in a receiving coil is a function of the angle φ between the vertical line through the midpoint of the receiving coil to its plane of the electrical axis, and the direction of the magnetic field. In this respect, $U = A \cdot \cos \varphi$ and is at maximum when $\varphi = 0^\circ$.

The vertical through the midpoint of the receiving coil to the plane of its electrical axis, is identical to the geometric axis of the receiving coil. The constant "A" is dependent upon the intensity of the magnetic field through the receiving coil and upon its construction.

The number of the receiving coils and the angle α between its geometric axes are so selected that in an optional direction of the axis, the sending coil, either in a plane, or in the space of the electric axis with at least one receiving coil opposed to the magnetic field which carries the signal has such a direction that a signal voltage must be induced therein.

In Fig. 1 is an example with two receiving coils L_x, L_y , the geometric axes "xg" and "yg" of which lie in a horizontal plane and the angle between their geometric axes reads $\alpha = 90^\circ$. This arrangement makes possible, as is presented in Figs. 3 and 4, a signal reception at an optional direction of the geometrical axis of the sending coil in the horizontal plane and an optional direction of the geometrical axes of the receiving coils in the horizontal plane. This is in the range of inductive transmission and possible for not too distant operation because the magnetic field which carries the signal of the sending coil "Ls" is equal to, or at least approaches the field of a solenoid. The angle $\varphi_x = 0^\circ$ and is minimal between the tangent to a field line "tx" and the geometric axis "xg" of the receiving coil "Lx" and the signal voltage is only induced in the coil "Lx" in the case that the coil "Ly" is the angle $\varphi_x = 90^\circ$ and the induced signal voltage $U = 0$. In the case of a geometric axis "sg" which is turned 90° , the sending coil "Ls", as presented in Fig. 4, exhibits the angle $\varphi_x = 0^\circ$ between the tangent "ty" and that of the geometric axis "yg" of the receiving coil "Ly", which signal voltage is only induced in the receiving coil "Ly" and $U = 0$ in the coil "Lx". Each receiving coil is the inductor of a resonant circuit tuned

to the sending frequency from which, subsequently, the signal is obtained. Both resonant circuits are galvanically coupled, each resonance circuit is connected to its own amplifier "A". The magnetic coupling between the resonance circuits must also be small, the resonance circuit dare not be influenced. If the phase difference of both induced signal voltages are small, then, with resistance "R" decoupled and by means of the parallelly connected outputs of both amplifiers "A", the signal voltage is removed.

In Fig. 2 is an arrangement of three receiving coils, " L_x ", " L_y ", " L_z ", with opposed vertical geometrical axes, in which case the directions of the geometrical axes of the sending coils in space may be optional. Each receiving coil is an induction of a resonance circuit tuned to the sender frequency and each resonance circuit is connected to an amplifier "A". This is simultaneously an example of a case where the resonance circuit induced signal possesses different phases and the outputs coupled with the resistances "R" of the signal rectifier "G" can be connected in parallel and then the demodulated signal voltage can be removed.

In Fig. 5 is presented an arrangement of five receiving coils, the geometric axes of which lie in two opposed, vertical planes, i.e., in the horizontal plane "X" and the vertical plane "Y". The geometric axis of the sending coil " L_s ", may then have an optional direction in space and an advantage of this arrangement of the receiving coils is marked by smaller swings of the evoked signal voltage which arises at the output of the apparatus as a function of the direction of the geometrical exits of the sending coil " L_s ". In each plane three receiving coils are used for signal acquisition, in the plane "X", these are " L_{x_1} ", " L_{x_2} ", " L_{xy} ", in the plane "Y" we have " L_{y_1} ", " L_{y_2} ", " L_{xy} ". The receiving coil " L_{xy} " is common for both planes. The angle " α " between two, single plane geometric axes of two neighboring receiving coils measures $\alpha = 60^\circ$. Only the directions of the geometric axes of the receiving coils as opposed to the direction of the emission of the magnetic field which carries the signal are of importance and these remain intact even if, for example, the " L_x " receiving coils are found in a line as presented in Fig. 6 or yet if the " L_y " receiving coils, that is, all receiving coils, are found in the horizontal plane (see Figs. 6, 7).

In apparatuses, where the receiving coils, because of space restrictions, must find themselves at small distances from one another and their mutual inductive coupling cannot be eliminated, but the resonance circuit cannot be influenced, in this case it is possible to circumvent this difficulty, in that in a moment and during a time interval of interval " t_e " the signal circuits taken from a resonance circuit and only this is connected to an electronic switch to the signal amplifier. The remainder resonance circuits can then be short circuited with electronic switches, or at least brought out of tune.

In Fig. 8 is an example of an apparatus with two receiving coils, " Lx " and " Ly " with mutually vertical geometric axes " xg " and " yg ", which lie in horizontal planes, the direction, then, of the geometrical axis " sg " of the sending coil " Ls " may then be in an optional horizontal plane. The electronic switch " $Sch.X$ " for the connection of the resonance circuit along with the receiving coil " Lx " during a receiving time " te " to the signal amplifier " A " or for the short circuiting of this resonance circuit and the electronic switch " $Sch.Y$ " with a similar function to the resonance circuit with the receiving coil are activated by the control switch box (070). The signal voltage is removed from the resolution circuit in a periodically repeating receiving cycle and each resonance circuit during this receiving circuit, along with its electronic switch in a time point allotted only thereto, and during a receiving time " te " is connected to a signal amplifier " A ". This receiving cycle repeats itself periodically. Following the pick-up of the signal voltage from the last resonance circuit, the signal voltage is again picked-up from the first resonance circuit. The interval " t_{ez} " of a reception cycle is dependent upon the nature of the of the emitting of these data. In Fig. 11, there is shown the impulse diagram of the arrangement of Fig. 8, which data are in the form of non-modulated HF impulses emitted at a interval " t_s ". The receiving coil " Lx " is in a situation in which " φ_x " = 0° and the induced voltage " U_x " therein is maximal, the receiving coil " Ly " must simultaneously be in the condition in which " φ_y " = 90° and the therein induced voltage " U " is equal to null, i.e. $U = 0$.

The interval " t_{ez} " of a receiving cycle is given with the number " a " of the receiving coils, with which the reception time " t_e " necessary for the certified reception of the transmitted information by the HF impulse with an optional receiving coil and in the

case of an optional position of the HF impulse against the receiving cycle, and further with the time " t_{oe} ", which is the time without reception, and that is the time between two subsequently following reception time " t_e " of two reception coils. The minimal necessary interval of a reception cycle is then $t_{ez} = a \cdot t_{e\min} + (a - 1)t_{oe}$. The minimal necessary receiving time with an optional coil is: $t_{e\min} = 2 \cdot t_{ie\min} + t_{oe}$ wherein $t_{ie\min}$ is the minimal necessary time for the transmission of the data with assured reception using an optional coil. This time, " $t_{ie\min}$ ", conforms to the transmitted data, the connection time for the electronic switches, and the read-out time of the amplifier " A ". The reception time " $t_{e\min}$ " must then be represented by the interval: $t_{e\min} = 2 \cdot t_{ie\min} + t_{oe}$ because, as is presented in Fig. 11, line "induced voltage in coil and cycle" in the cycle " n " and in the cycle " $n + 1$ ", the " $t_{ie\min}$ " must, even in the case of an unfavorable position of the HF impulses remain in secured condition in the reception cycle. From the impulse diagram in Fig. 11, one may also see, that each HF impulse sent in an optional point of time, with at least one reception cycle " t_{ez} " is received and each time in the resonance circuit with the receiving coil " Lx " a signal voltage is induced during a time interval of interval $t_{ind} = t_{ie\min}$.

The interval of the HF impulse is: $t_s = t_{ez}$. When an emitted HF impulse, during two reception times " t_e " which belong to two reception cycles following one another of a resonance cycle are received, during these HF impulses interval " t_s " the signal voltage in this resonance circuit is doubly induced. In Fig. 11, this is the case where the HF impulse " m " is received during the n^{th} and the $(n + 1)^{\text{th}}$. With an HF impulse of a definite interval " t_s " only a data content of a definite interval " t_i " will be transmitted, for the transmission of a data content of a interval $k \cdot t_i$, then at least k -HF impulses and k -receiving cycles are necessary.

25 An apparatus with three receiving coils, " Lx ", " Ly ", " Lz " having opposed, vertical, geometrical axes " xg ", " yg ", " zg ", which permit a signal transmission in a case where an optional direction of the geometric axis " sg " of the sending coil " Ls " in space, is shown in Fig. 9. The inductors [i.e. coils] " Lx ", " Ly ", " Lz " of the three resonance circuits have a common tuning condenser " C ".

The reception coils are connected singly by means of electronic switches "*Sch. X*", "*Sch. Y*" and "*Sch. Z*" to this said condenser and simultaneously to the amplifier "*A*", each time only at a particular instant correlated with a receiving coil. The resonance circuit is thus completed and the signal voltage is picked up. Field effect transistors are employed as
 5 switches, since a circulation current flows through receiving coils of the resonance circuit. The receiving coil "*Lz*" is a frame antenna and its induction is balanced by the compensation coil "*La*" against the resonance frequency. In Fig. 10, the receiving coils portrayed as "*Lx*" and "*Ly*" are ferrite antennae and the "*Lz*" is a frame antenna, this combination is flat and permits a flat construction of equipment which is a particularly
 10 advantageous feature in portable and pocket units. In Fig. 12 are the impulse diagrams belonging to the arrangement of Fig. 9.

A presupposition for receiving with the procedure as shown in accord with impulse diagrams Fig. 11, 12, is non-changeable data content during the entire interval "*t_s*" of the emission of the HF impulses, so that with an optional receiving coil during the
 15 receiving time "*t_{i,min}*" in an optional section of the HF impulses, always the complete data content will be received.

If the data content alter itself, during an emission interval "*t_i*" and, during the said interval "*t_i*" is received in completeness without interruption, then this data content must be received during at least one receiving cycle with at least one receiving coil, likewise, in
 20 completeness without interruption during its entire interval "*t_i*". This is possible with the proposed apparatus when this data content is emitted w-times during the HF impulse. Impulse diagrams of such a period of emission with such a data content "*t_i*" are presented in Figs. 13, 14 and refer to the arrangement shown in Fig. 9. For simplification, an ideal case has been assumed in the impulse diagram Fig. 13, wherein the response and decay
 25 periods "*t_a*" of the electronic switch are negligible — conversely, in Fig. 14 these intervals are given consideration. In this case the number "*a*" of the receiving coils is determined by the required and permissible changes of the directions of the geometric axes of the receiving coils and the sending coil "*L_s*" as well as with the permissible fluctuations of the induced voltage in the receiving coils.

The same rules hold as those for the previous case of transmission having a non-modulated or a modulated HF impulse of an interval " t_s " which has non-variable data content. Fig. 14 makes evident that a changeable data content of an interval " t_i " repeats w -times on the HF impulse of an interval " t_s ", whereby the number " w " of the

5 repeats $w = 2a$ must be emitted. In the example shown in Fig. 14, essentially in the matter of the receiving coil " Lx " the geometric axis " xg " finds itself in such a direction in relation to the magnetic field which carries the signal, that a signal voltage is induced in the receiving coil " Lx ". The HF impulse of an interval " t_s " in line 4, finds itself in an unfavorable position in relation to the receiving cycles $(n-1)$, n , and $(n+1)$ of line 5. The

10 " t_i " transmitted data content with the HF impulse " t_s " (1) is received upon its emission during the switched connection which belongs to the n^{th} reception cycle and on its (6) repetition during the switched connection of the " Lx " which corresponds to the $(n+1)$ receiving cycle in its full interval, see lines 5, 6. During the n^{th} receiving cycle 5, 6, the reception coil " Lx " completely receives also the (6) repeat of the transmitted data content

15 of the HF impulse, " t_s "(0). During the $(n+1)$ receiving cycle, the " Lx " coil receives completely also the (1) emission of the data content transmitted by the HF impulse " t_s (2)". Upon a shift of the HF impulse, " t_s (1)" to the right, the data content transmitted thereby is not completely received upon its (1) emission, however, is completely received during its (6) repetition in the same HF impulse " t_s (1)" and during the $(n+1)$ reception

20 cycle with the coil " Lx ".

This leaves to be determined for an assured reception of an emitted data content:

- an interval " t_i ",
- by a given number " a " of receiving coils with an optional position of the HF impulse to the minimum necessary intervals " t_s " for the said HF receiving cycles, and
- the minimum necessary interval " t_{ez} " of the receiving cycles.

The interval " t_s " of the HF impulse in the case of a w -times repeated emission of a data content interval " t_i " is comprised of the " $w \cdot t_i$ " interval emission intervals of the data and of a $(w - 1) \cdot t_{oi}$ interval of interval without emission of the data and is:

$t_s = w \cdot t_i + (w - 1) \cdot t_{oi}$. The interval " t_i " given, the interval " t_{oi} ", without emission of data

5 is the interval between two neighboring emissions of the data and also the interval between two neighboring HF impulses. The interval " t_{oi} " possesses a timing conditioned by the design of the sender, which cannot be diminished. However, above this threshold is it freely to be chosen optionally and is used for the conformation of the interval " t_s " of the HF impulse to its normal time span.

10 The interval " t_{ez} " of a receiving cycle is: $t_{ez} = a \cdot t_e + (a - 1) \cdot t_{oe}$ wherein the interval " t_e " is that by a given time " t_i " and " t_{oi} " minimal, necessary receiving interval with an optional receiving coil and by an optimal position of the HF impulse to the receiving cycle for a complete reception of the emitted data content of the interval " t_i ". The time span " t_{oe} " is the interval passing without receiving and that is further the time
15 between two neighboring receiving intervals " t_e " of two receiving coils. The minimal necessary receiving interval " t_e " with an optional receiving coil is, as is indicated in Fig. 14, line 1, "HF Impulse"; line 2, "Receiving cycles"; line 3, Induced volts in coil during cycle; all given for a simple and single reception of the emitted data content during an interval " t_i " needed for receiving time, and this is: $t_{ie} = t_h$, wherein the longest interval yet
20 to be awaited, " t_i " is inserted along with the time span " t_{oi} " and with the response and decay periods " t_s " of the electronic switches which are employed.

The minimum required reception interval " t_e " for a receiving coil is

$t_e = 2t_{ie} + t_{oi} + 2t_a$ and the necessary interval " t_{oi} " is $t_{oi} = 2t_s + t_{oe}$. Since " t_{oe} " is the longest interval " t_{oe} " in action, these influence the interval of intervals " t_s " of the HF

25 impulses and are restrained to be as short as possible. The necessary interval of the HF impulse is shown by: $t_s = w + t_i + (w + t_i) \cdot t_{oi}$ and the interval " t_{ez} " of a receiving cycle is expressed by: $t_{ez} = a \cdot t_e + (a - 1) \cdot t_{oe}$. In the case of an emission of a shorter data content " t_i ", provided as maximal, the interval " t_{oi} " must be extended, so that the interval " t_s " of the HF impulse remains unchanged or then also the interval " t_{ez} " of the receiving

cycle must be determined anew.

In the impulse diagrams as shown in Fig. 13, the assumption has been made, that the response and decay of the electronic switch are negligible, in which case then, $t_{oi} = t_{oe}$. Instead of an HF impulse of period " t_s " with a w-times data content which has been
5 modulated, an interval " t_i " can also be used a "w" HF impulse for each of a time span interval " t_i " with generally the same modulated data content of interval " t_i " and the time span " t_{oi} " between two neighboring HF impulses remains at the same interval interval as the time " t_{oi} " between two neighboring modulations on the data content in the case of a transmission with an HF impulse interval " t_s ".

10 The described apparatus makes possible a reliable signal reception in the case of a signal transmission of exclusively magnetic field type, and in the areas of an inductive transmission and a transmission in local range even when the direction of the axis of the sending coil is not known and must be optional and also when the direction of the axes of the receiving coils cannot freely be determined, so that even under such conditions, it is
15 possible to fully exploit the advantages of this signal transmission.

[This completes the assigned text]

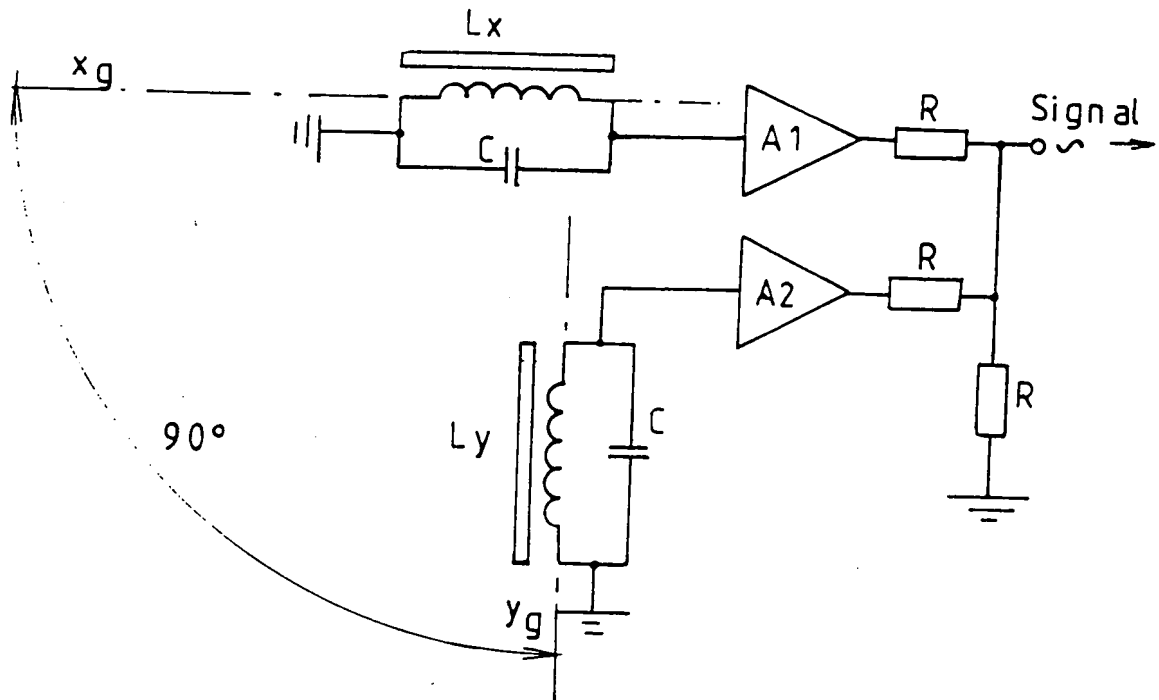


Fig. 1.

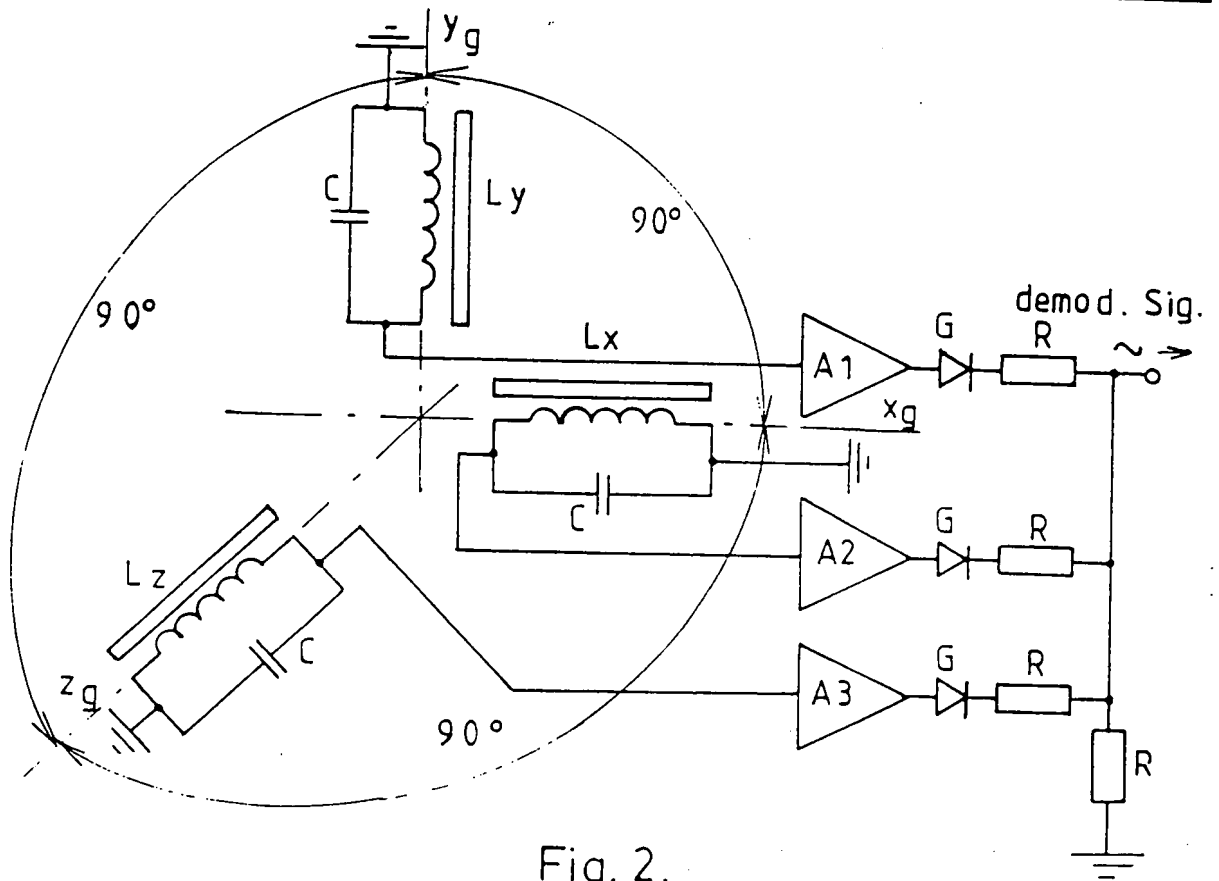


Fig. 2.

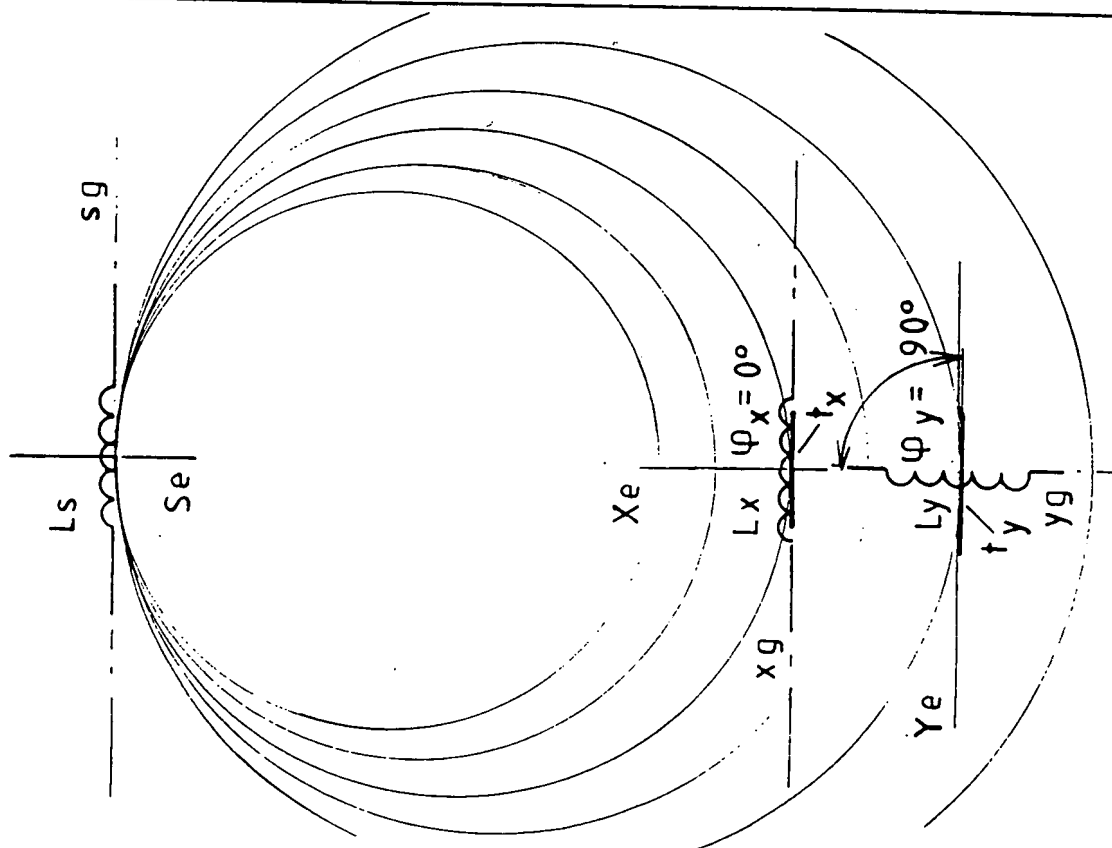


Fig. 3.

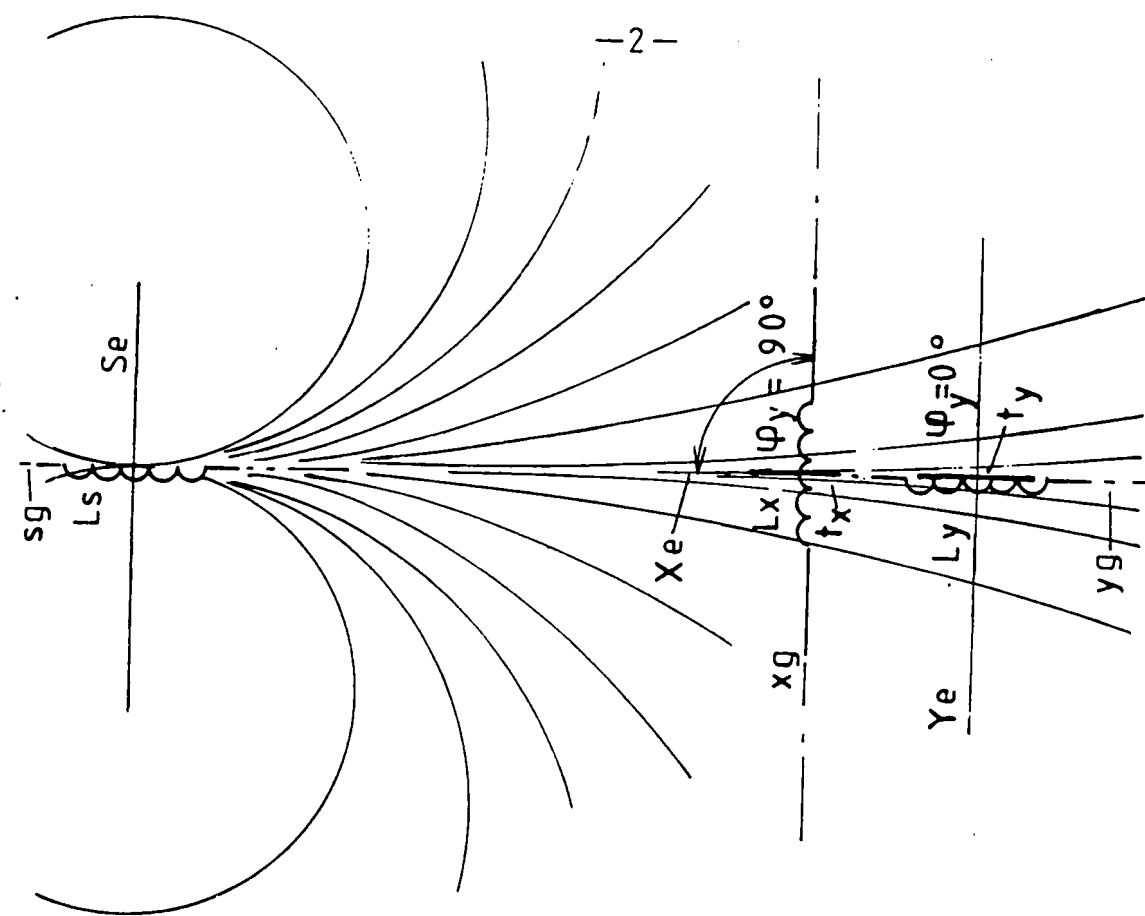


Fig. 4.

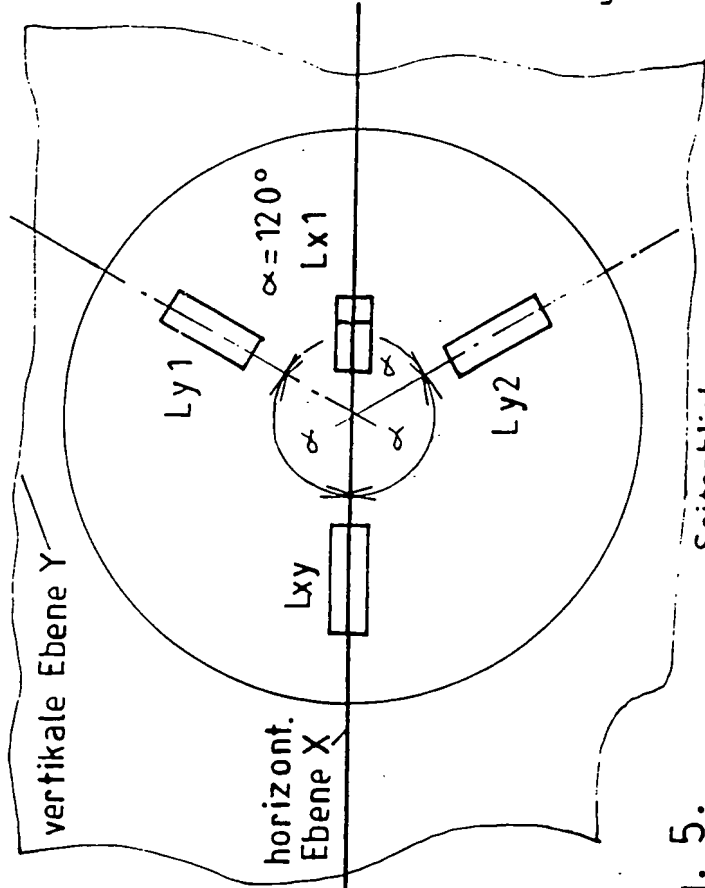
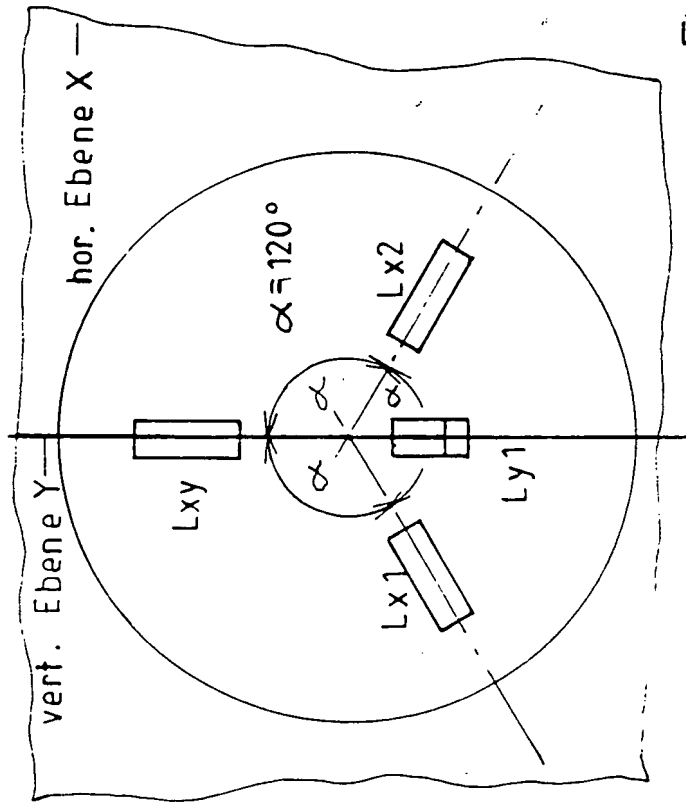


Fig. 5.

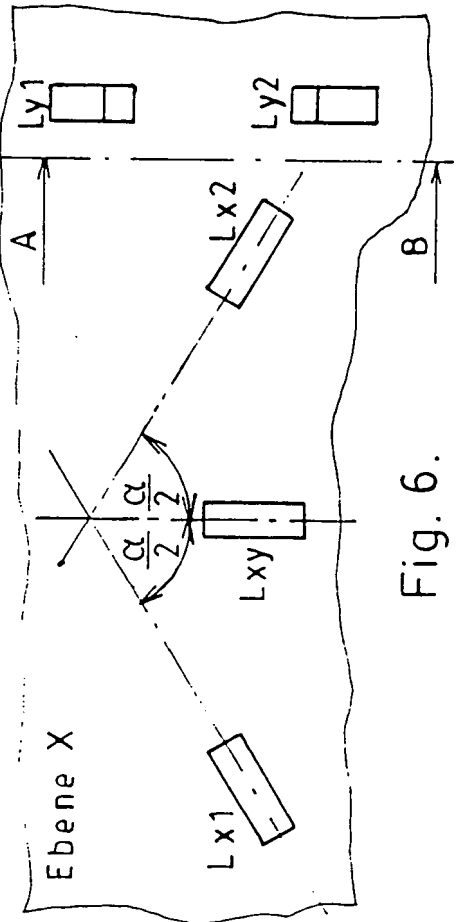


Fig. 6.

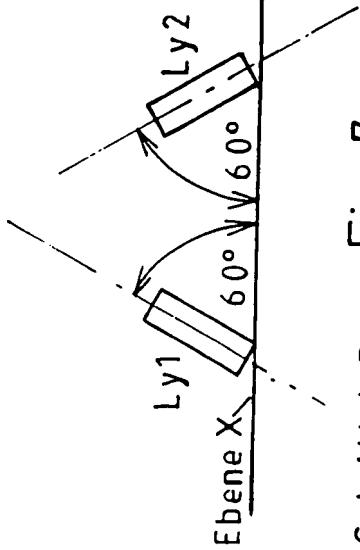


Fig. 7.

Schnitt A-B

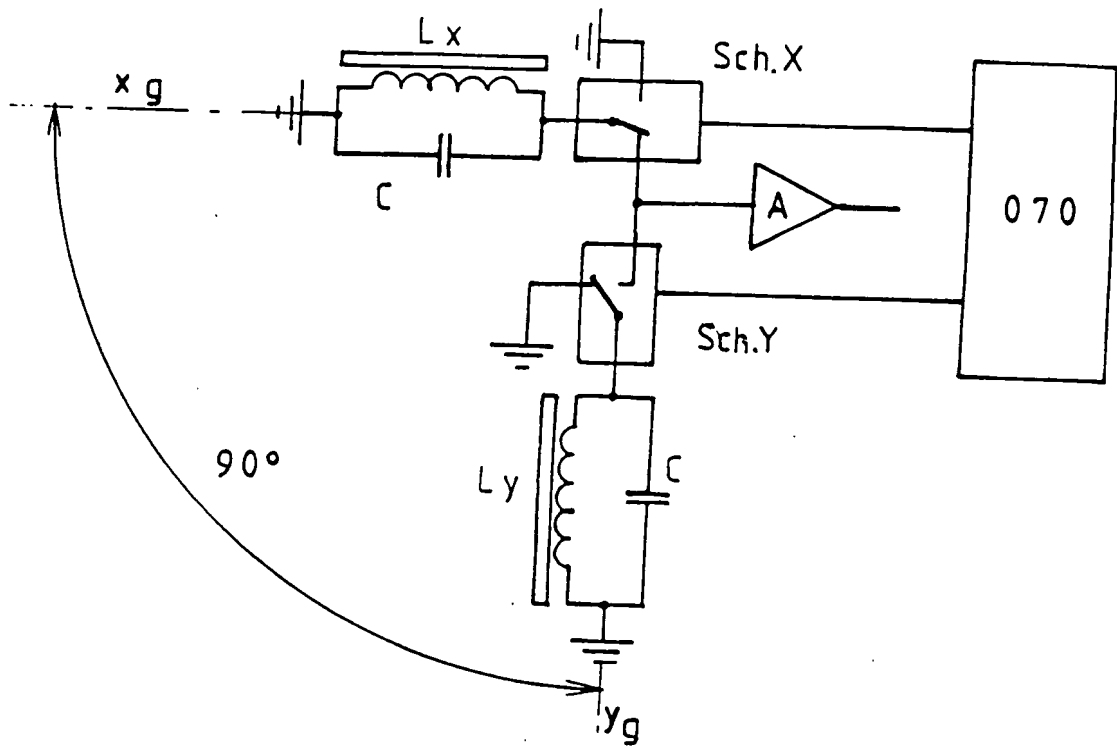


Fig. 8

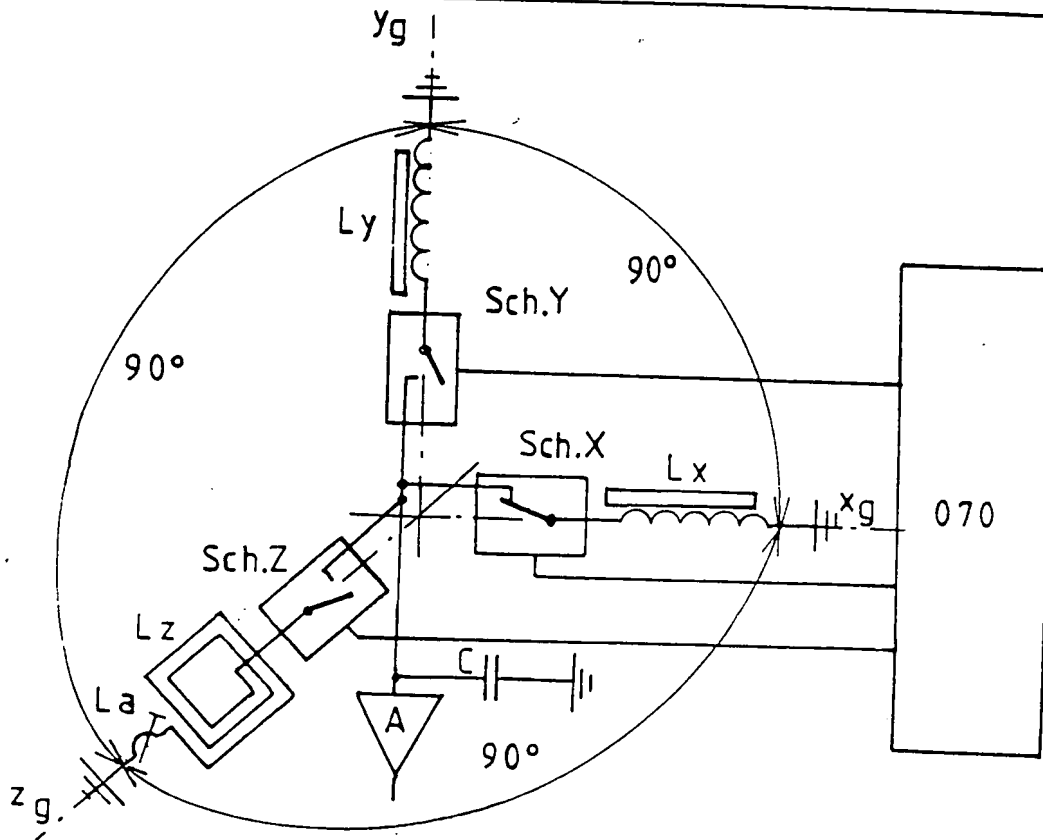


Fig. 9

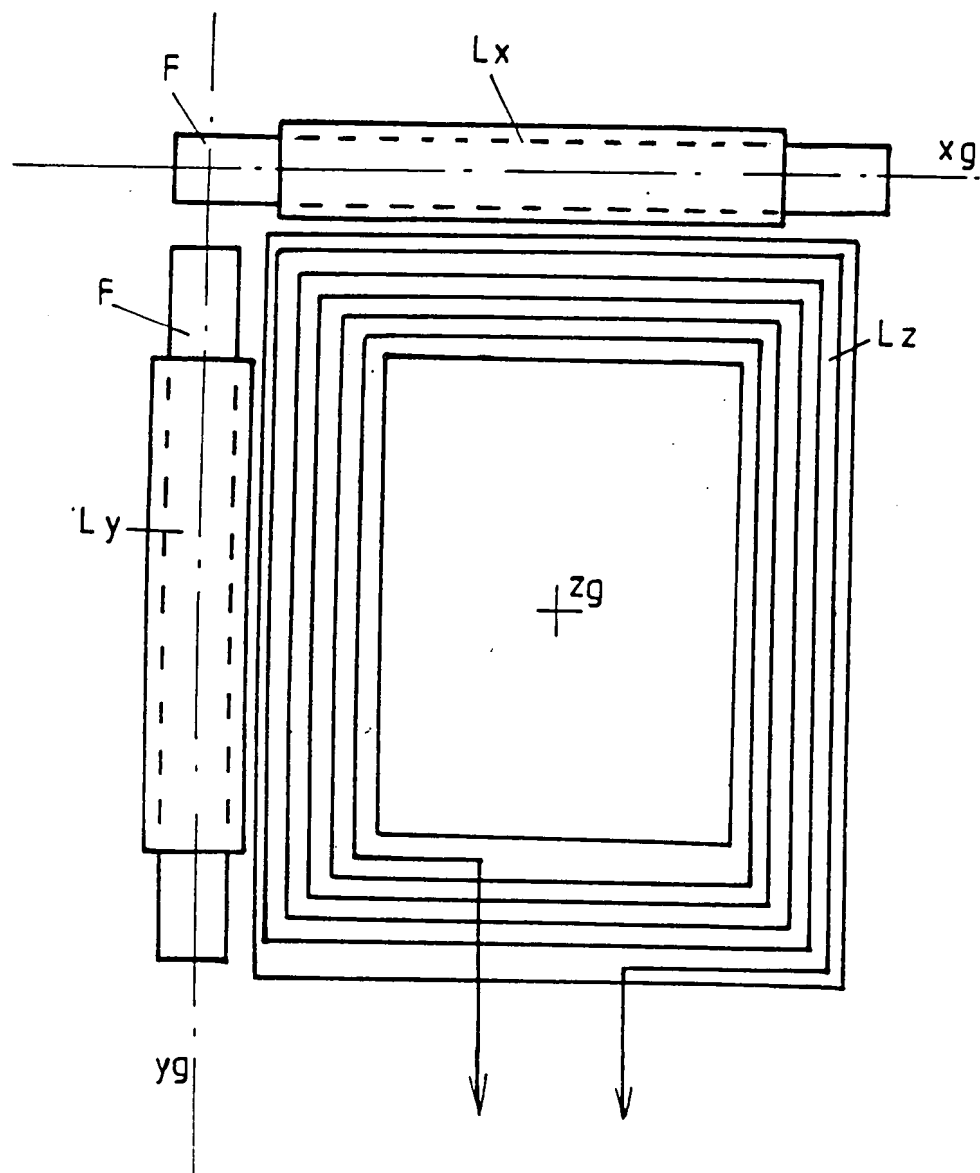


Fig.10.

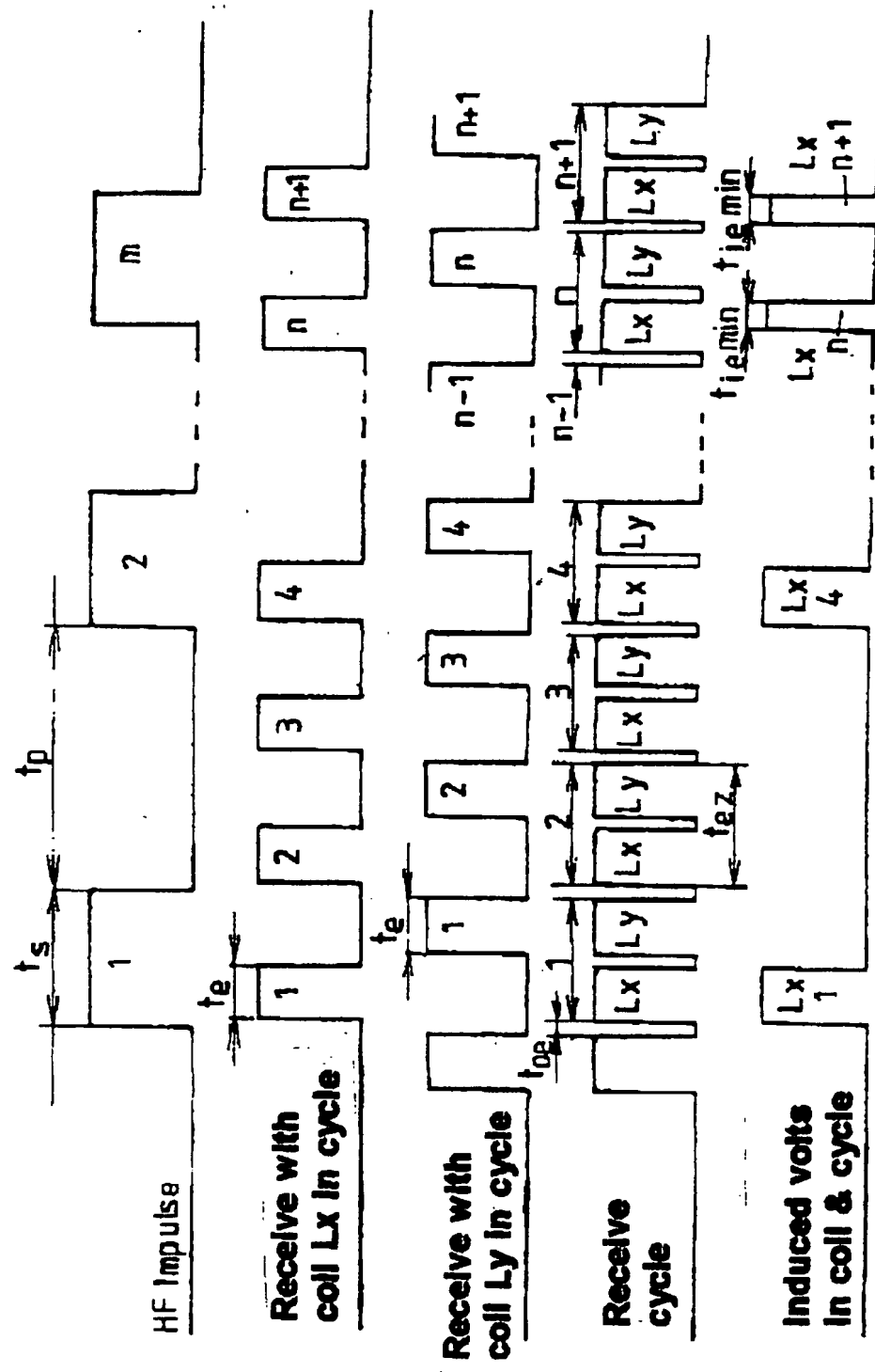


Fig. 11.

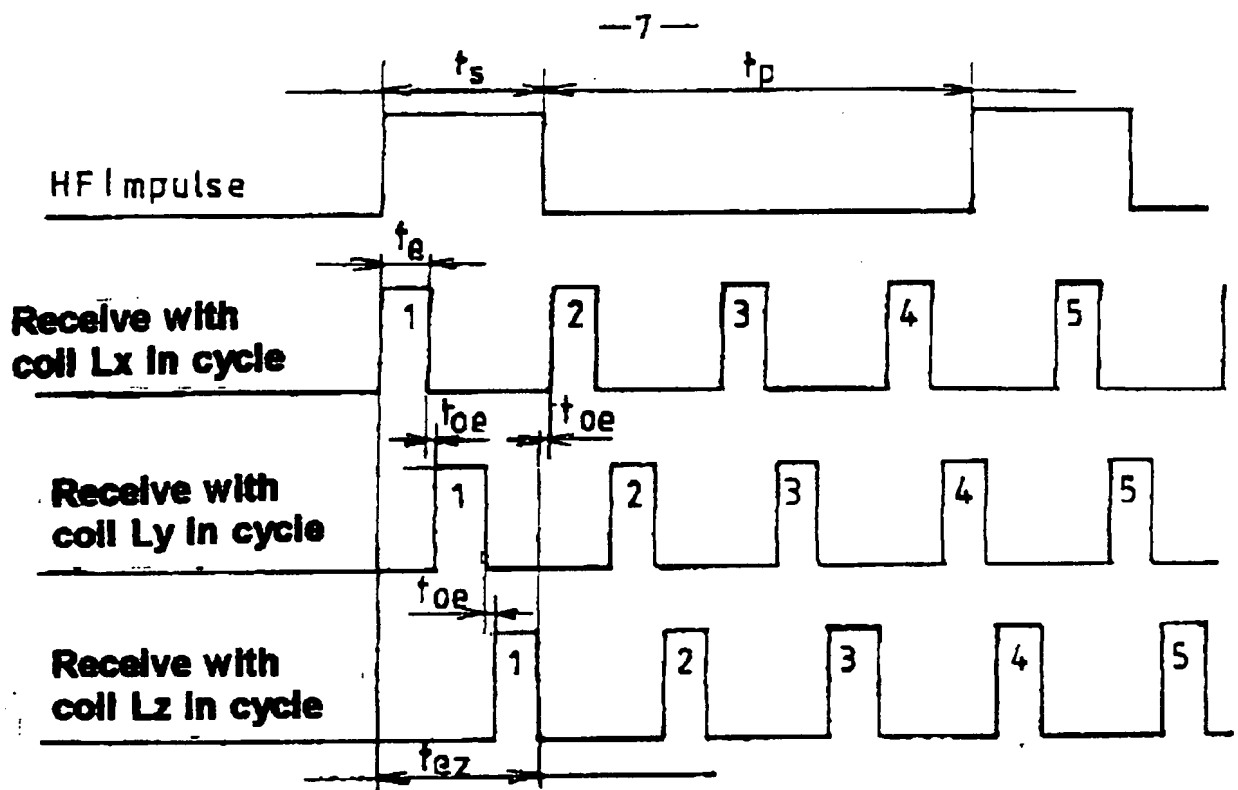


Fig.12.

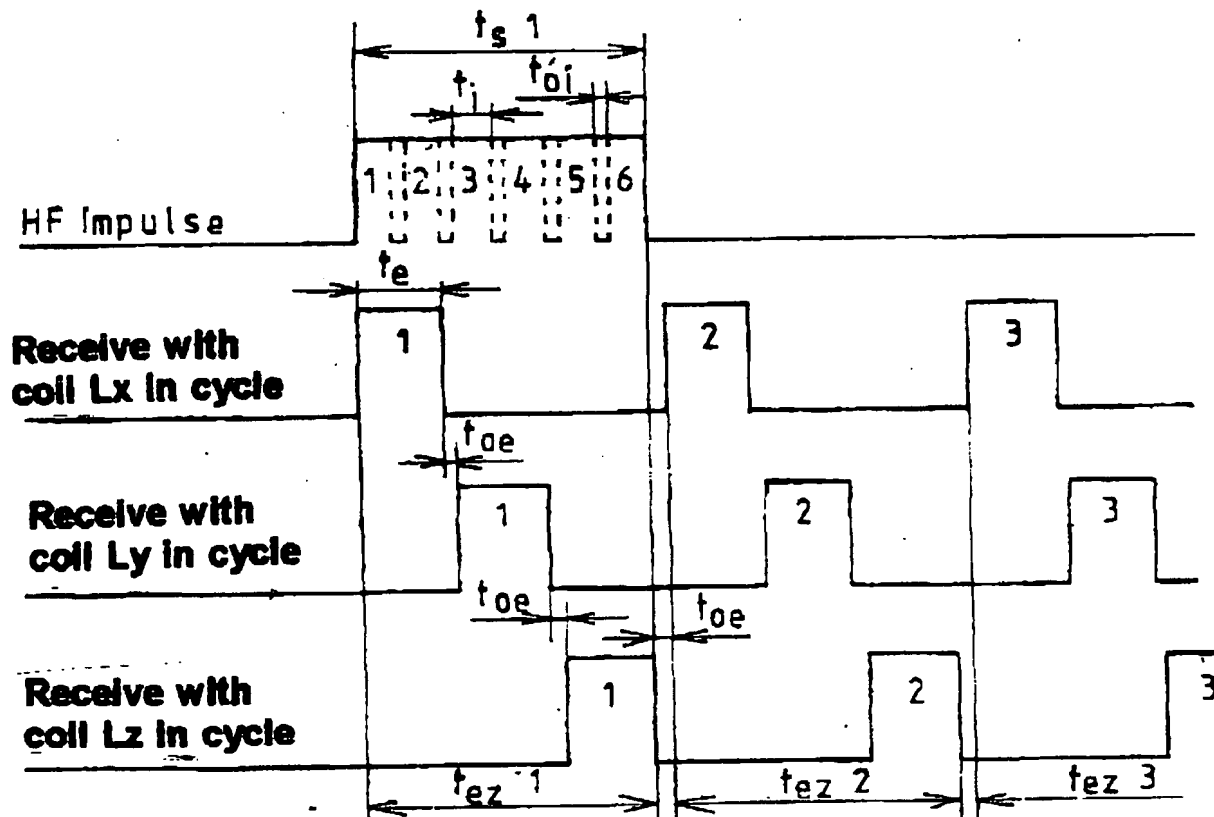


Fig.13.

